COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 OCTOBRE 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur diverses propriétés remarquables des substitutions régulières ou irrégulières, et des systèmes des substitutions conjuguées; par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

§ Ier. — *Des substitutions régulières ou irrégulières.*

« Considérons une substitution relative au système de plusieurs variables $x, y, z, \ldots$. En supposant cette substitution réduite à sa plus simple expression, je la nommerai *régulière*, lorsqu'elle se réduira, soit à une seule substitution circulaire, soit au produit de plusieurs substitutions circulaires de même ordre. Je la nommerai au contraire *irrégulière*, lorsqu'elle sera le produit de plusieurs substitutions circulaires d'ordres différents. Cela posé, l'ordre d'une substitution régulière sera évidemment l'ordre de chacun de ses facteurs circulaires. De plus, une telle substitution jouira de cette propriété remarquable, qu'une quelconque de ses puissances, distinctes de l'unité, sera encore une substitution régulière, qui renfermera toutes les variables comprises dans la première. Ainsi, en particulier, si l'on pose

$$P = (x, y, z, u, v, w),$$

P sera une substitution régulière, et même circulaire du sixième ordre, dont les diverses puissances

$$P^2, \ P^3, \ P^4, \ P^5$$

seront des substitutions régulières du troisième, du second et du sixième ordre. On aura, par exemple,

$$P^2 = (x, \ z, \ v)(y, \ u, \ w),$$
$$P^3 = (x, u)(y, \ v)(z, \ w).$$

Au contraire, les diverses puissances d'une substitution irrégulière seront, les unes régulières, les autres irrégulières, et celles qui seront régulières ne renfermeront qu'une partie des variables comprises dans la substitution donnée. Ainsi, par exemple, si l'on pose

$$P = (x, \ y, \ z)(u, v),$$

P sera une substitution irrégulière du sixième ordre, et

$$P^5 = (x, \ z, \ y)(u, \ v)$$

sera encore une substitution irrégulière du sixième ordre. Mais

$$P^2 = (x, \ z, \ y) \quad P^3 = (u, \ v), \quad P^4 = (x, y, \ z)$$

seront des substitutions régulières du troisième ou du second ordre, dont chacune ne renfermera nécessairement qu'une partie des variables comprises dans P.

» Si l'on désigne généralement par i le nombre des variables que renferme une substitution régulière P, l'ordre a de cette substitution, et le nombre b de ses facteurs circulaires seront évidemment liés à i par la formule

$$i = ab.$$

Cela posé, concevons que l'on range sur a lignes horizontales distinctes, et sur b lignes verticales, les i variables comprises dans P, en plaçant à la suite l'une de l'autre, dans une même ligne horizontale, les variables qui se suivent immédiatement dans un même facteur circulaire de P. On obtiendra encore une substitution régulière Q de l'ordre i, en prenant pour facteurs de Q, a substitutions circulaires de l'ordre b, dans chacune desquelles seront placées, à la suite l'une de l'autre, les variables que renferme une même

ligne verticale. De plus, il est clair que les deux substitutions

$$P, \; Q,$$

dont l'une aura pour effet unique d'échanger entre elles les lignes verticales, tandis que l'autre aura pour effet unique d'échanger entre elles les lignes horizontales, seront deux substitutions permutables entre elles, par conséquent deux substitutions dont les dérivées seront toutes comprises dans chacun des tableaux

$$(1) \quad \begin{cases} 1, & P, & P^2, \ldots, & P^{a-1}, \\ Q, & QP, & QP^2, \ldots, & QP^{a-1}, \\ Q^2, & Q^2P, & Q^2P^2, \ldots, & Q^2P^{a-1}, \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ Q^{b-1}, & Q^{b-1}P, & Q^{b-1}P^2, \ldots, & Q^{b-1}P^{a-1}; \end{cases}$$

$$(2) \quad \begin{cases} 1, & P, & P^2, \ldots, & P^{a-1}, \\ Q, & PQ, & P^2Q, \ldots, & P^{a-1}Q, \\ Q^2, & PQ^2, & PQ^2, \ldots, & P^{a-2}Q^2, \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ Q^{b-1}, & PQ^{b-1}, & P^2Q^{b-1}, \ldots, & P^{a-1}Q^{b-1}; \end{cases}$$

et formeront un système de substitutions conjuguées de l'ordre $i = ab$.

» Si, pour fixer les idées, on pose

$$i = 4 = 2 \times 2,$$

alors, avec les quatre variables

$$\begin{matrix} x, & y, \\ z, & u, \end{matrix}$$

rangées sur deux lignes horizontales, et sur deux lignes verticales, on pourra composer les deux substitutions régulières

$$P = (x, y)(z, u) \quad \text{et} \quad Q = (x, z)(y, u),$$

qui seront permutables entre elles; et ces deux substitutions formeront, avec leurs dérivées

$$1 \quad \text{et} \quad PQ = QP,$$

un système de substitutions conjuguées

$$\begin{array}{ll} 1, & P, \\ Q, & PQ \end{array}$$

qui sera du quatrième ordre. Pareillement, si l'on pose

$$i = 6 = 3 \times 2,$$

alors, avec les six variables

$$\begin{array}{lll} x, & y, & z, \\ u, & v, & w, \end{array}$$

rangées sur deux lignes horizontales et sur trois lignes verticales, on pourra composer les deux substitutions régulières

$$P = (x, y, z)(u, v, w), \qquad Q = (x, u)(y, v)(z, w),$$

qui seront permutables entre elles; et ces deux substitutions formeront, avec leurs dérivées, un système de substitutions conjuguées qui sera du sixième ordre. Au reste, ce dernier système ne sera autre chose que le système des puissances de la substitution circulaire

$$(x, w, y, u, z, v),$$

dont P et Q représentent les facteurs primitifs.

» Au lieu de ranger les i variables données sur a lignes horizontales et sur b lignes verticales, on pourrait représenter ces variables par une seule lettre s affectée de deux indices, et représenter même les deux systèmes d'indices par deux nouveaux systèmes de lettres

$$\alpha, \; 6, \; \gamma, \ldots, \quad \lambda, \; \mu, \; \nu, \ldots.$$

Ainsi, par exemple, on pourrait représenter les six variables

$$\begin{array}{lll} x, & y, & z \\ u, & v, & w \end{array}$$

par

$$\begin{array}{lll} s_{\alpha, \lambda}, & s_{6, \lambda}, & s_{\gamma, \lambda}, \\ s_{\alpha, \mu}, & s_{6, \mu}, & s_{\gamma, \mu}; \end{array}$$

et alors les substitutions

$$\mathrm{P}=(x, y, z)(u, v, w), \quad \mathrm{Q}=(x, u)(y, v)(z, w)$$

s'offriraient sous les formes

$$\mathrm{P}=(\alpha, \beta, \gamma), \quad \mathrm{Q}=(\lambda, \mu),$$

qui rendraient sensibles les propriétés qu'ont ces deux substitutions d'être permutables entre elles.

» Concevons maintenant que le nombre entier

$$i=abc\ldots$$

soit décomposable en plusieurs facteurs a, b, c,..., égaux ou inégaux. Alors on pourra représenter i variables diverses

$$x, y, z, \ldots$$

par une seule lettre s affectée de plusieurs indices, le nombre l de ces indices étant égal au nombre des facteurs a, b, c,..., et représenter même les divers systèmes d'indices par divers systèmes de lettres

$$\begin{array}{lll} \alpha, & \beta, & \gamma, \ldots, \\ \lambda, & \mu, & \nu, \ldots, \\ \varphi, & \chi, & \psi, \ldots, \\ \text{etc.} \end{array}$$

Cela posé, les substitutions P, Q,... qui, étant exprimées à l'aide des lettres $\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \lambda, \mu, \nu, \ldots, \varphi, \chi, \psi, \ldots$, se présenteront sous les formes

$$(3) \quad \mathrm{P}=(\alpha, \beta, \gamma, \ldots), \quad \mathrm{Q}=(\lambda, \mu, \nu, \ldots), \quad \mathrm{R}=(\varphi, \chi, \psi, \ldots), \ldots,$$

seront évidemment des substitutions permutables entre elles, la première de l'ordre a, la seconde de l'ordre b, la troisième de l'ordre c,...; et elles composeront, avec leurs dérivées, un système de substitutions conjuguées dont l'ordre sera

$$i=abc\ldots.$$

Ajoutons que, si les substitutions (3) sont exprimées à l'aide des i

lettres

$$x,\ y,\ z,\ldots,$$

chacune d'elles sera une substitution régulière qui renfermera toutes ces lettres, P étant le produit de $\frac{i}{a}$ facteurs circulaires de l'ordre a, Q étant pareillement le produit de $\frac{i}{b}$ facteurs circulaires de l'ordre b,....

» Dans le cas particulier où les l facteurs a, b, c,... deviennent égaux entre eux, on a

$$i = a^l,$$

et les substitutions

$$P,\ Q,\ R,\ldots$$

forment avec leurs dérivées un système de a^l substitutions diverses qui sont toutes de l'ordre a, si a est un nombre premier, à l'exception de celle qui se réduit à l'unité.

§ II. — *Des substitutions semblables.*

» Soient

$$A,\ B,\ C,\ D$$

quatre arrangements formés avec n variables

$$x,\ y,\ z,\ldots.$$

En vertu des définitions adoptées, les deux substitutions

$$(1)\qquad P = \binom{B}{A},\quad Q = \binom{D}{C},$$

seront *semblables* entre elles, si elles diffèrent uniquement par la forme des lettres qui, dans ces deux substitutions, occupent les mêmes places. Alors non-seulement les deux substitutions P, Q seront du même ordre, mais elles offriront le même nombre de facteurs circulaires, et le même nombre de lettres dans les facteurs circulaires correspondants. Alors aussi on aura

$$(2)\qquad \binom{D}{B} = \binom{C}{A},$$

et réciproquement, si la condition (2) est remplie, les deux substitutions

$$P = \binom{B}{A},\quad Q = \binom{D}{C}$$

seront semblables l'une à l'autre.

» Concevons maintenant que l'on pose

$$\begin{pmatrix} C \\ A \end{pmatrix} = R.$$

Alors on tirera de la formule (2), non-seulement

$$\begin{pmatrix} D \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C \\ A \end{pmatrix} = R,$$

mais encore

$$\begin{pmatrix} B \\ D \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A \\ C \end{pmatrix} = R^{-1}.$$

D'ailleurs, on aura identiquement

$$Q = \begin{pmatrix} D \\ C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} D \\ B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} B \\ A \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A \\ C \end{pmatrix}.$$

Donc, eu égard aux formules

$$\begin{pmatrix} D \\ B \end{pmatrix} = R, \quad \begin{pmatrix} B \\ A \end{pmatrix} = P, \quad \begin{pmatrix} A \\ C \end{pmatrix} = R^{-1},$$

on aura encore

(3) $$Q = RPR^{-1}.$$

Si l'on posait

$$S = R^{-1} = \begin{pmatrix} A \\ C \end{pmatrix},$$

la formule (3) deviendrait

(4) $$Q = S^{-1}QS.$$

Nous pouvons donc conclure de ce qui précède que, P étant une substitution quelconque, toute substitution semblable à P sera de la forme

$$RPR^{-1},$$

ou, ce qui revient au même, de la forme

$$S^{-1}PS.$$

En d'autres termes, *toute substitution semblable à* P *sera le produit de trois*

facteurs dont les deux extrêmes seront inverses l'un de l'autre, le facteur moyen étant précisément la substitution donnée P. Réciproquement, *tout produit de trois facteurs dont les deux extrêmes seront deux substitutions inverses l'une de l'autre, le facteur moyen étant la substitution* P, *sera encore une substitution semblable à* P.

» Concevons maintenant que P, Q soient deux substitutions quelconques semblables ou dissemblables. Les produits

$$PQ, \quad QP$$

seront, dans tous les cas, non-seulement des substitutions de même ordre, comme je l'ai remarqué dans un précédent article, mais encore des substitutions semblables entre elles. En effet, si l'on pose

$$R = PQ, \quad S = QP,$$

on en conclura, d'une part,

$$P = Q^{-1}S,$$

et, par suite,

$$R = Q^{-1}SQ;$$

d'autre part,

$$Q = P^{-1}R,$$

et, par suite,

$$S = P^{-1}RP.$$

§ III. — *Des systèmes de substitutions régulières et conjuguées.*

» Considérons un système de n variables

$$x, y, z, \ldots.$$

Soit d'ailleurs a un nombre entier égal ou inférieur à n, et ha un multiple de h contenu dans n. Enfin, concevons qu'avec ah variables, prises au hasard, on forme h groupes divers composés chacun de a lettres, et nommons

$$(1) \qquad P_1, P_2, \ldots, P_h$$

h substitutions circulaires de l'ordre a, dont chacune soit formée avec les variables comprises dans un seul groupe. Ces substitutions étant permutables entre elles, le système de ces mêmes substitutions, et de leurs dérivées,

sera de l'ordre

$$a^h.$$

Ajoutons que, si a est un nombre premier, le système dont il s'agit renfermera seulement des substitutions régulières de l'ordre a, dont quelques-unes, savoir, les substitutions (1) et leurs puissances, se réduiront à des substitutions circulaires de l'ordre a.

» Soit maintenant b un nombre égal ou inférieur à h, et kb un multiple de b contenu dans h. Avec plusieurs des précédents groupes que j'appellerai groupes de première espèce, on pourra composer des groupes de seconde espèce, dont chacun embrasse b groupes de première espèce, et dont le nombre soit égal à k. Cela posé, nommons

$$(2) \qquad Q_1, Q_2, \ldots, Q_b$$

des substitutions dont chacune consiste à permuter circulairement entre eux les b groupes de première espèce compris dans un seul groupe de seconde espèce. Chacune des substitutions (2), exprimée à l'aide des variables primitives, sera une substitution régulière équivalente au produit de a facteurs circulaires dont chacun sera de l'ordre b; et ces substitutions seront permutables, non-seulement entre elles, mais encore avec les substitutions (1). Par suite, le système des substitutions (1) et (2), et de leurs dérivées, sera de l'ordre

$$a^h b^k.$$

Ajoutons que, si a et b sont des nombres premiers, le système dont il s'agit se composera uniquement de substitutions régulières, les unes de l'ordre a, les autres de l'ordre b.

» En continuant ainsi, on établira généralement la proposition suivante :

» 1[er] *Théorème.* Considérons un système de n variables $x, y, z, \ldots$. Soient d'ailleurs a un nombre entier, égal ou inférieur à n, et $i = ha$ un multiple de a contenu dans n. Soit encore b un nombre entier, égal ou inférieur à h, et kb un multiple de b contenu dans h. Soient pareillement c un nombre entier, égal ou inférieur à k, et lc un multiple de c contenu dans k. On pourra toujours former avec i variables arbitrairement choisies, un système de substitutions conjuguées dont l'ordre sera représenté par le produit

$$a^h b^k c^l \ldots,$$

les facteurs circulaires de l'une quelconque de ces substitutions étant tous des puissances de substitutions circulaires de l'ordre a, ou de l'ordre b, ou de l'ordre $c,\ldots$. Par suite, si les divers nombres a, b, $c,\ldots$ sont tous des nombres premiers, le système dont il s'agit se composera uniquement de substitutions régulières dont chacune sera de l'ordre a, ou de l'ordre b, ou de l'ordre $c,\ldots$.

» *Corollaire.* En supposant les nombres a, b, $c,\ldots$ tous égaux à un même nombre premier p, on déduit immédiatement du théorème 1er la proposition suivante :

» 2e *Théorème.* Considérons un système de n variables. Soit d'ailleurs p un nombre premier égal ou inférieur à n. Soient encore $i = hp$ un multiple de p contenu dans n, kp un multiple de p contenu dans h, lp un multiple de p contenu dans k, etc. Avec i variables arbitrairement choisies, on pourra toujours former un système de substitutions conjuguées et régulières, dont chacune sera de l'ordre p, l'ordre du système étant représenté par le produit

$$p^h p^k p^l \ldots = p^{h+k+l+\ldots}.$$

» *Corollaire.* Rien n'empêche d'admettre que dans le théorème précédent on désigne par hp le plus grand multiple de p contenu dans n, par kp le plus grand multiple de p contenu dans h, par lp le plus grand multiple de p contenu dans $k,\ldots$. Alors

$$p^{h+k+l+\ldots}$$

se réduit à la plus haute puissance de p qui divise exactement le produit

$$N = 1.2.3\ldots n,$$

et par suite on obtient, à la place du 2e théorème, la proposition suivante :

» 3e *Théorème.* Considérons un système de n variables x, y, $z,\ldots$. Soient d'ailleurs p un nombre premier, égal ou inférieur à n, i le plus grand multiple de p contenu dans n, et p^f la plus haute puissance de p qui divise exactement le produit

$$N = 1.2.3\ldots n.$$

Avec plusieurs des variables x, y, $z,\ldots$ choisies arbitrairement en nombre égal à i, on pourra toujours former un système de substitutions régulières conjuguées, dont chacune sera de l'ordre p, l'ordre du système étant p^f.

§ IV. — *Sur diverses propriétés remarquables des systèmes de substitutions conjuguées.*

» Soient

$$A,\ B,\ C,\ldots$$

les divers arrangements qui peuvent être formés avec n variables

$$x,\ y,\ z,\ldots,$$

et qui sont en nombre égal à N, la valeur de N étant

$$N = 1.2.3\ldots n.$$

Les substitutions

(1) $$\binom{A}{A},\quad \binom{B}{A},\quad \binom{C}{A},\ldots,$$

dont le nombre est encore N, et dont la première se réduit à l'unité, formeront toujours un système de substitutions conjuguées, l'ordre de ce système étant précisément le nombre N.

» Soit maintenant

(2) $$1,\ P,\ Q,\ldots$$

un système de substitutions conjuguées qui, étant d'un ordre M inférieur à N, renferme seulement quelques-uns des termes compris dans la suite (1), et désignons par U, V, W,... des substitutions qui fassent partie de la suite (1), sans être comprises dans la suite (2). Si l'on désigne par m le nombre des termes de la suite

(3) $$1,\ U,\ V,\ W,\ldots,$$

le tableau

(4) $$\left\{\begin{array}{l} 1,\ P,\ Q,\ R,\ldots,\\ U,\ UP,\ UQ,\ UR,\ldots,\\ V,\ VP,\ VQ,\ VR,\ldots,\\ W,\ WP,\ WQ,\ WR,\ldots,\\ \text{etc.}\end{array}\right.$$

offrira m suites diverses composées chacune de M termes; et tous les termes de chaque suite seront distincts les uns des autres. Si d'ailleurs deux suites différentes, par exemple la seconde et la troisième, offraient des termes égaux, en sorte qu'on eût

$$VQ = UP,$$

on en conclurait

$$V = UPQ^{-1},$$

ou simplement

$$V = US,$$

$S = PQ^{-1}$ étant un terme de la suite (2). Donc alors, dans le tableau (4), le premier terme V de la troisième suite serait déjà un des termes de la seconde. Donc, tous les termes du tableau (4) seront distincts les uns des autres, si le premier terme de chaque suite est pris en dehors des suites précédentes. Or, concevons qu'en remplissant toujours cette condition, l'on ajoute sans cesse au tableau (4) de nouvelles suites, en faisant croître ainsi le nombre m. On ne pourra être arrêté dans cette opération, qu'à l'instant où le tableau (4) renfermera les N termes compris dans la suite (1). Mais alors on aura évidemment

$$N = mM. \tag{5}$$

Donc M sera un diviseur de N, et l'on peut énoncer la proposition suivante :

» 1er *Théorème.* L'ordre d'un système de substitutions conjuguées, relatives à n variables, est toujours un diviseur du nombre N des arrangements que l'on peut former avec ces mêmes variables.

» *Corollaire.* Il est bon d'observer qu'au tableau (4) on pourrait substituer un autre tableau de la forme

$$\tag{6} \left\{ \begin{array}{l} 1,\ P,\ Q,\ R,\ldots, \\ U,\ PU,\ QU,\ RU,\ldots, \\ V,\ PV,\ QV,\ RV,\ldots, \\ W,\ PW,\ QW,\ RW,\ldots, \\ \text{etc.} \end{array} \right.$$

» Soit maintenant

$$1,\ \mathfrak{P},\ \mathfrak{Q},\ \mathfrak{R},\ldots \tag{7}$$

un nouveau système de substitutions conjuguées, et nommons $\mathfrak{M}$ l'ordre de ce système. Soient, de plus,

$$(8) \qquad 1,\ \mathfrak{U},\ \mathfrak{V},\ \mathfrak{W},\ldots$$

quelques-unes des substitutions situées en dehors de la suite (7), et formons le tableau

$$(9) \qquad \left\{ \begin{array}{l} 1,\ \mathfrak{P},\ \mathfrak{Q},\ \mathfrak{R},\ldots, \\ \mathfrak{U},\ \mathfrak{P}\mathfrak{U},\ \mathfrak{Q}\mathfrak{U},\ \mathfrak{R}\mathfrak{U},\ldots, \\ \mathfrak{V},\ \mathfrak{P}\mathfrak{V},\ \mathfrak{Q}\mathfrak{V},\ \mathfrak{R}\mathfrak{V},\ldots, \\ \mathfrak{W},\ \mathfrak{P}\mathfrak{W},\ \mathfrak{Q}\mathfrak{W},\ \mathfrak{R}\mathfrak{W},\ldots, \\ \text{etc.} \end{array} \right.$$

Chacune des substitutions comprises dans ce tableau étant l'une de celles que l'on peut former avec les n variables $x, y, z,\ldots$, se confondra nécessairement avec l'un des termes du tableau (4). De plus, si deux termes compris dans une même ligne horizontale du tableau (9), par exemple $\mathfrak{P}\mathfrak{U}$ et $\mathfrak{Q}\mathfrak{U}$, se retrouvent dans une même ligne horizontale, par exemple dans la troisième du tableau (4), en sorte qu'on ait

$$(10) \qquad \mathfrak{P}\mathfrak{U} = \mathrm{VR}, \quad \mathfrak{Q}\mathfrak{U} = \mathrm{VS},$$

R, S étant deux termes quelconques de la suite (2), on tirera des équations (10), non-seulement

$$\mathfrak{U}^{-1}\mathfrak{P}^{-1} = \mathrm{R}^{-1}\mathrm{V}^{-1},$$

mais encore

$$(11) \qquad \mathfrak{U}^{-1}\mathfrak{P}^{-1}\mathfrak{Q}\mathfrak{U} = \mathrm{R}^{-1}\mathrm{S},$$

et, par suite, la substitution $\mathfrak{P}^{-1}\mathfrak{Q}$, que représente un terme de la suite (7), sera semblable à la substitution $\mathrm{R}^{-1}\mathrm{S}$ qui représente un terme de la suite (2). Enfin, si deux termes compris dans deux lignes horizontales du tableau (9), par exemple

$$\mathfrak{P}\mathfrak{V} \quad \text{et} \quad \mathfrak{Q}\mathfrak{U},$$

se retrouvent dans une même ligne horizontale du tableau (4), en sorte qu'on ait, par exemple,

$$\mathfrak{P}\mathfrak{V} = \mathrm{VR}, \quad \mathfrak{Q}\mathfrak{U} = \mathrm{VS},$$

on en conclura, non-seulement

$$\mathcal{V}^{-1}\mathcal{P}^{-1} = \mathrm{R}^{-1}\mathrm{V}^{-1},$$

mais encore

$$\mathcal{V}^{-1}\mathcal{P}^{-1}\mathcal{Q}\mathcal{V} = \mathrm{R}^{-1}\mathrm{S},$$

et

(12) $$\mathcal{V}\mathrm{R}^{-1}\mathrm{S} = \mathcal{P}^{-1}\mathcal{Q}\mathcal{V}.$$

Donc alors, la suite horizontale, qui renfermerait le facteur $\mathcal{V}$ dans le tableau (4), renfermerait aussi un terme $\mathcal{P}^{-1}\mathcal{Q}\mathcal{V}$ évidemment compris dans la troisième suite horizontale du tableau (9). Cela posé, pour que les divers termes du tableau (9) soient distincts les uns des autres, et appartiennent tous à des suites horizontales distinctes du tableau (4), il suffira évidemment 1° qu'aucune des substitutions

$$\mathcal{P},\ \mathcal{Q},\ \mathcal{R},\ldots$$

ne soit semblable à l'une des substitutions

$$\mathrm{P},\ \mathrm{Q},\ \mathrm{R},\ldots;$$

2° qu'après avoir formé une ou plusieurs lignes horizontales du tableau (9), on prenne toujours pour premier terme de la ligne suivante une substitution située, non-seulement en dehors des lignes précédentes, mais encore en dehors des lignes horizontales du tableau (4) qui renferment les divers termes appartenant aux lignes déjà écrites du tableau (9). Or, en supposant ces deux conditions remplies, concevons que l'on allonge de plus en plus le tableau (9), en ajoutant sans cesse à ce tableau de nouvelles suites horizontales. On ne pourra être arrêté dans cette opération qu'à l'instant où le tableau (9) renfermera un terme pris dans chacune des lignes horizontales du tableau (4); et comme d'ailleurs, à cet instant, deux termes distincts du tableau (9) seront encore deux termes qui appartiendront à deux lignes horizontales distinctes du tableau (4), il est clair que le nombre m de ces lignes horizontales sera égal au nombre des termes du tableau (9), par conséquent à un multiple du nombre $\mathcal{M}$ des termes

$$1,\ \mathcal{P},\ \mathcal{Q},\ \mathcal{R},\ldots,$$

renfermés dans la première ligne horizontale du tableau (9). On peut donc énoncer la proposition suivante :

» 2e *Théorème*. Soient

$$1, P, Q, R, \ldots,$$
$$1, \mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R}, \ldots,$$

deux systèmes de substitutions conjuguées, et relatives à n variables diverses. Désignons par M et par $\mathfrak{M}$ les ordres de ces deux systèmes, et posons, non-seulement

$$N = 1.2.3\ldots n,$$

mais encore

$$m = \frac{N}{M}, \quad \mathfrak{m} = \frac{N}{\mathfrak{M}}.$$

Si aucune des substitutions

$$P, Q, R, \ldots$$

n'est semblable à l'une des substitutions

$$\mathfrak{P}, \mathfrak{Q}, \mathfrak{R}, \ldots,$$

alors $\mathfrak{M}$ sera un diviseur de m, et M un diviseur de $\mathfrak{m}$, en sorte que chacun des rapports égaux

(13) $$\frac{m}{\mathfrak{M}}, \quad \frac{\mathfrak{m}}{M}, \quad \frac{N}{\mathfrak{M}M}, \quad \frac{m\mathfrak{m}}{N},$$

sera un nombre entier.

» Le 2e théorème entraîne évidemment la proposition suivante :

» 3e *Théorème*. Soient

$$1, \quad P, \quad Q, \quad R, \ldots,$$
$$1, \quad \mathfrak{P}, \quad \mathfrak{Q}, \quad \mathfrak{R}, \ldots$$

deux systèmes de substitutions conjuguées, et relatives à n variables diverses. Soient d'ailleurs M, $\mathfrak{M}$ les ordres de ces deux systèmes. Si le produit $M\mathfrak{M}$ n'est pas un diviseur du produit

$$N = 1.2.3\ldots n,$$

alors l'une au moins des substitutions

$$P, \quad Q, \quad R, \ldots$$

sera semblable à l'une des substitutions

$$\mathfrak{P}, \quad \mathfrak{Q}, \quad \mathfrak{R}, \ldots$$

» Soient maintenant p un nombre premier égal ou inférieur à n, et p^f la plus haute puissance de p qui divise le produit

$$N = 1.2.3\ldots n.$$

On pourra, d'après ce qui a été dit dans le § III, supposer que la suite

$$1, \quad \mathfrak{P}, \quad \mathfrak{Q}, \quad \mathfrak{R}, \ldots$$

représente un système de substitutions régulières conjuguées dont chacune soit de l'ordre p, l'ordre $\mathfrak{M}$ du système étant égal à p^f. D'autre part, si le nombre m n'est pas un multiple de p^f, le rapport

$$M = \frac{N}{m},$$

dont le numérateur N est un multiple de p^f, sera certainement un nombre divisible par p. Donc le 3e théorème entraînera la proposition suivante :

» 4e *Théorème.* Soit M l'ordre d'un certain système

$$1, \quad P, \quad Q, \quad R, \ldots$$

de substitutions conjuguées. Si p est un facteur premier de M, le système dont il s'agit renfermera au moins une substitution régulière de l'ordre p.

» *Corollaire* 1er. Il suit, par exemple, du théorème précédent que, si l'ordre d'un système de substitutions conjuguées est un nombre pair, ce système renfermera au moins une substitution régulière du second ordre.

» *Corollaire* 2e. Lorsque le nombre p est supérieur à $\frac{n}{2}$, la substitution régulière de l'ordre p, comprise dans le système donné, ne peut être évidemment qu'une substitution circulaire.

§ V. — *Conséquences remarquables des principes établis dans les paragraphes précédents.*

» Les principes établis dans les précédents paragraphes entraînent avec eux plusieurs conséquences, qu'il importe de signaler, relativement au nombre des valeurs égales ou distinctes que peut acquérir une fonction de n variables

indépendantes, lorsqu'on permute ces variables entre elles de toutes les manières possibles. Ainsi, en particulier, les théorèmes 2, 3 et 4, du § IV, entraînent immédiatement les propositions suivantes :

» 1er *Théorème.* Soient Ω une fonction de n variables

$$x,\ y,\ z,\ldots,$$

et m le nombre des valeurs distinctes de cette fonction. Soit encore $\mathfrak{M}$ l'ordre d'un certain système de substitutions conjuguées,

$$1,\ \mathcal{P},\ \mathcal{Q},\ \mathcal{R},\ldots.$$

Si aucune des substitutions

$$\mathcal{P},\ \mathcal{Q},\ \mathcal{R},\ldots$$

n'est semblable à l'une des substitutions

$$\mathrm{P},\ \mathrm{Q},\ \mathrm{R},\ldots,$$

qui possèdent la propriété de ne pas altérer la valeur de Ω, m sera divisible par $\mathfrak{M}$.

» *Nota.* On pourrait établir directement ce dernier théorème, en observant que, si

$$\Omega,\ \Omega',\ \Omega'',\ldots$$

représentent les valeurs distinctes de la fonction donnée, toute substitution semblable à l'une de celles qui n'altéreront pas Ω aura certainement la propriété de ne pas altérer une des fonctions Ω', Ω'',....

» 2e *Théorème.* Soient Ω une fonction de n variables

$$x,\ y,\ z,\ldots,$$

et m le nombre des valeurs distinctes de cette fonction. Soit, de plus, $\mathfrak{M}$ l'ordre d'un certain système de substitutions conjuguées

$$1,\ \mathcal{P},\ \mathcal{Q},\ \mathcal{R},\ldots.$$

Si $\mathfrak{M}$ n'est pas un diviseur de m, l'une au moins des substitutions

$$\mathrm{P},\ \mathrm{Q},\ \mathrm{R},\ldots,$$

qui possèdent la propriété de ne pas altérer la valeur de la fonction Ω, sera semblable à l'une des substitutions

$$\mathfrak{P},\ \mathfrak{Q},\ \mathfrak{R},\ldots$$

» *Corollaire* 1er. Rien n'empêche de supposer que les substitutions $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{Q}$, $\mathfrak{R}$,... se réduisent à une seule substitution circulaire dont l'ordre soit un nombre premier quelconque p. Alors, à la place du 2e théorème, on obtient la proposition suivante :

» 3e *Théorème*. Soient Ω une fonction de n variables, m le nombre des valeurs distinctes de cette fonction, et p un nombre premier quelconque inférieur à n. Si p n'est pas un diviseur de m, alors, parmi les substitutions circulaires de l'ordre p, on pourra en trouver une ou plusieurs qui auront la propriété de ne pas altérer la valeur de Ω.

» *Corollaire* 1er. Il suit, en particulier, du théorème précédent que, si le nombre m des valeurs distinctes de Ω est un nombre impair, on pourra, sans altérer cette fonction, opérer au moins une substitution circulaire du second ordre. Donc, alors, cette fonction sera symétrique au moins par rapport au système des deux variables. Telle est, par exemple, quand on pose $n = 4$, la fonction

$$\Omega = xy + zu,$$

qui offre trois valeurs distinctes.

» *Corollaire* 2e. Il suit encore, du théorème précédent, que si une fonction Ω de n variables indépendantes admet, sans être symétrique, un nombre impair de valeurs distinctes, elle sera toujours intransitive par rapport à n ou à $n - 1$ variables.

» 4e *Théorème*. Soient Ω une fonction de n variables $x, y, z, \ldots$, et M le nombre des valeurs égales de cette fonction. Si M est divisible par un certain nombre premier p, on pourra trouver une ou plusieurs substitutions régulières de l'ordre p, qui posséderont la propriété de ne pas altérer la valeur de Ω. Dans d'autres articles, j'indiquerai encore d'autres conséquences importantes des principes ci-dessus établis. »

CHIMIE. — *Sur le mode de combinaison des corps et sur les acides phtalamique, œnanthique, pimarique, etc.; par* M. Aug. Laurent.

« Parmi les sciences expérimentales, il en est une que l'on classe volon-

tiers dans les sciences exactes, et dont le but, cependant, est l'étude des corps qui n'existent pas : c'est la chimie.

» Je me propose de démontrer, dans cette Note, que cette définition paradoxale est parfaitement vraie, et j'ajouterai que la chimie prétend nous enseigner les propriétés non-seulement des corps qui n'existent pas, mais encore des corps qui ne peuvent pas exister.

» Depuis cinquante ans, la théorie dualistique et celle de Davy, qui n'en est qu'une variante, règnent, presque sans partage, sur la chimie. Plusieurs fois on a essayé de les ébranler, mais les arguments que l'on a mis en avant pour y parvenir prouvent seulement que l'on pourrait mettre à leur place d'autres théories aussi probables, mais ils ne démontrent nullement que la théorie dualistique soit fausse.

» En effet, on s'est toujours appuyé sur les réactions, pour prouver que, dans les corps composés, les atomes sont disposés d'une certaine manière et non d'une autre. Ainsi, de ce que le sulfate de potasse peut se scinder en acide sulfurique et en potasse, et de ce que ces deux derniers corps peuvent régénérer le sel primitif en se combinant, on en a conclu que celui-ci est composé d'un groupe binaire dont les atomes sont disposés de la manière suivante : $SO^3 + KO$.

» Mais en se basant sur l'expérience, c'est-à-dire sur d'autres réactions, on peut, avec autant de raison, soutenir que les atomes sont groupés ainsi : $SO^4 + K$, $SK + O^4$, SO^4K, etc.

« Les réactions mettant les atomes en mouvement, il est impossible, dit » M. Baudrimont, de pouvoir déterminer quel était l'arrangement primitif » des atomes dans le sel, à l'inspection des membres que l'on en a séparés. »

» Les chimistes qui se basent uniquement sur les réactions pour étudier la constitution des corps ressemblent à un joueur d'échecs qui, voulant connaître de quelle manière les différentes pièces sont disposées sur un casier, dans un moment donné, commencerait par les mêler, puis les séparerait en deux groupes, et chercherait ensuite, de l'examen de chacun de ces groupes, à déterminer quel était l'arrangement primitif.

» L'action que la pile exerce sur les sels a souvent été invoquée comme un des arguments les plus forts que l'on puisse offrir en faveur de la théorie dualistique.

» Je ne m'arrêterai pas à faire remarquer que, dans ce cas-ci comme dans les réactions, on détruit l'arrangement des atomes, que les effets de la pile varient singulièrement suivant l'intensité du courant et la nature du sel et du dissolvant ; mais je ferai observer que les chimistes sont dans une grande

erreur lorsqu'ils croient que la pile décompose le sulfate de potasse en SO^3 et en KO; il n'en est rien. On soumet à l'influence du courant *deux sels* différents : du sulfate de potassium et de l'*hydrate d'hydrogène* ou de l'eau. Ces deux sels se décomposent réciproquement; il en résulte, non de l'acide sulfurique SO^3, mais du sulfate d'hydrogène SO^4H^2, et non de l'oxyde de potassium KO, mais de l'hydrate de potassium HKO. C'est une double décomposition qui a lieu : ce sont deux sels qui se transforment en deux autres. On a, avec les équivalents de M. Gerhardt,

$$SO^4K^2 + 2HHO \doteq SO^4H^2 + 2HKO,$$

tout comme le chlorure de potassium et l'eau, sous l'influence de la pile, donnent du chlorure d'hydrogène et de l'hydrate de potasse

$$ClK + HHO = ClH + HKO;$$

en tous cas, je le répète, ces réactions ne sont pas plus en faveur d'une hypothèse que de l'autre, mais elles ne prouvent pas que le sulfate de potasse n'est pas composé de SO^3 et de KO. Aussi la plupart des chimistes continuent-ils à être fidèles à la théorie dualistique, les uns par conviction, les autres par habitude.

» Je veux démontrer aujourd'hui, sans invoquer les réactions, que cette théorie est fausse et qu'elle repose entièrement sur des êtres imaginaires et dont l'existence est impossible.

» Je m'appuierai, pour cela, sur une idée que j'ai émise il y a une dizaine d'années, et à laquelle on n'a prêté aucune attention. On le conçoit, en voyant que, à cette époque, les analyses que je citais étaient peu nombreuses et que je supposais même que quelques-unes d'entre elles devaient être inexactes.

» J'avais remarqué que tous les carbures d'hydrogène connus présentaient un rapport assez simple entre le nombre des atomes du carbone et celui des atomes d'hydrogène, tandis que tous les carbures hypothétiques, dont on admettait l'existence dans les acides supposés anhydres de la chimie organique, offraient toujours un rapport compliqué.

» J'avais principalement remarqué que, dans tous les acides gras anhydres, ces rapports ne se représentaient que par de très-grands nombres, mais que ces rapports étaient très-près de l'unité. J'en avais conclu que tous les acides gras devaient dériver des carbures d'hydrogène C^4H^4, C^8H^8, $C^{12}H^{12}$,..., $C^{32}H^{32}$, $C^{72}H^{72}$,..., et qu'il était impossible que les carbures C^4H^2, C^8H^6,..., $C^{72}H^{70}$, dont on admettait l'existence, pussent exister.

» Depuis quelques années le nombre des acides gras s'est considérablement

accru, les formules ont été rectifiées, et l'expérience a fait voir que ces corps avaient encore une composition plus régulière que celle que j'avais admise.

» Pourquoi ces rapports existent-ils dans un cas et non dans l'autre? je n'en connaissais pas alors la cause. Les équivalents de M. Gerhardt nous permettent aujourd'hui de la saisir facilement.

» Que l'on se donne la peine d'examiner les deux séries suivantes :

	Hypothèse dualistique.	Faits positifs.
Acide formique.	$C^4H^2 + O^3 + H^2O$	$C^4H^4O^4$
Acide acétique.	$C^8H^6 + O^3 + H^2O$	$C^8H^8O^4$
Acide métacétonique.. .	$C^{12}H^{10} + O^3 + H^2O$	$C^{12}H^{12}O^4$
Acide butyrique.. . . .	$C^{16}H^{14} + O^3 + H^2O$	$C^{16}H^{16}O^4$
Acide valérique.	$C^{20}H^{18} + O^3 + H^2O$	$C^{20}H^{20}O^4$
Acide caproïque.. . . .	$C^{24}H^{22} + O^3 + H^2O$	$C^{24}H^{24}O^4$
Acide azoléique.	$C^{28}H^{26} + O^3 + H^2O$	$C^{28}H^{28}O^4$
Acide caprilique.. . . .	$C^{32}H^{30} + O^3 + H^2O$	$C^{32}H^{32}O^4$
Acide caprique.	$C^{40}H^{38} + O^3 + H^2O$	$C^{40}H^{40}O^4$
Acide laurique.	$C^{48}H^{46} + O^3 + H^2O$	$C^{48}H^{48}O^4$
Acide myristique. . . .	$C^{56}H^{54} + O^3 + H^2O$	$C^{56}H^{56}O^4$
Acide cétique.	$C^{64}H^{62} + O^3 + H^2O$	$C^{64}H^{64}O^4$
Acide margarique. . . .	$C^{68}H^{66} + O^3 + H^2O$	$C^{68}H^{68}O^4$
Acide anamirtique.. . .	$C^{72}H^{70} + O^3 + H^2O$	$C^{72}H^{72}O^4$
Acide stéarique.	$C^{76}H^{74} + O^3 + H^2O$	$C^{76}H^{76}O^4$
Acide cérosique?	$C^{96}H^{94} + O^3 + H^2O$	$C^{96}H^{96}O^4$

» Remarquons maintenant :

» 1°. Qu'il n'existe pas un seul de ces carbures d'hydrogène C^4H^{4-2}, C^8H^{8-2}, $C^{20}H^{20-2}$,..., $C^{72}H^{72-2}$,....;

» 2°. Que l'on connaît la plupart des carbures C^8H^8, $C^{16}H^{16}$, $C^{24}H^{24}$, $C^{64}H^{64}$,...;

» 3°. Qu'il est impossible qu'il existe un carbure dont le nombre des atomes d'hydrogène ne serait pas divisible par 4 : ainsi, non-seulement les carbures dualistiques n'existent pas, mais parmi les carbures libres, on ne connaît rien d'analogue;

» 4°. Que tous les composés $C^4H^2 + O^3$, $C^8H^6 + O^3$, $C^{64}H^{62} + O^3$... sont, sans exception, de pures fictions;

» 5°. Que non-seulement ces acides anhydres n'existent pas, mais qu'on ne connaît pas un seul corps (acide, neutre, ou basique) qui renferme un nombre impair d'atomes d'oxygène.

» Ainsi, l'arrangement $C^4H^2 + O^3 + H^2O$ repose sur une série d'hypo-

thèses et d'impossibilités; on ne peut même invoquer aucune réaction ou analogie en sa faveur.

» Avais-je tort, en commençant cette Note, de dire que la chimie est une science qui nous fait connaître les corps qui n'existent pas et qui ne peuvent pas exister?

» Tous les autres acides sont dans le même cas que les précédents. L'acide supposé anhydre renferme toujours un nombre d'atomes d'hydrogène indivisible par 4, et un nombre impair d'atomes d'oxygène. Exemple :

Acide benzoïque. . . . . . $C^{28}H^{10} + O^3 + H^2O$,
Acide cuminique. . . . . . $C^{10}H^{22} + O^3 + H^2O$, etc.

» Nous citera-t-on les acides sulfurique, sulfureux, carbonique, silicique, et quelques acides de la chimie organique, comme les acides tartrique, œnanthique, succinique, camphorique, phtalique, pinique,..., qui existent sans eau et renferment néanmoins des nombres impairs d'atomes d'oxygène (1)?

» C'est une erreur complète, ou un malentendu, ou une inconséquence. Ainsi, l'acide sulfurique anhydre n'est pas plus SO^3 que l'acide cétique n'est $C^{32}H^{32}O^2$ ou $C^{16}H^{16}O$. Tout ceci tient à la nature des acides bibasiques. Il est impossible de démontrer, dans une Note, que si l'acide azotique est $Az^2H^2O^6$, l'acide sulfurique doit être S^2O^6, le sulfureux S^2O^4, etc. Le doute n'est pas permis pour les acides que je viens de citer, à l'exception des acides œnanthique, phtalique, pinique. Je vais faire voir que ceux-ci ne présentent aucune anomalie, que quelques analyses qui étaient en opposition avec les équivalents de M. Gerhardt et avec ma loi des corps azotés, sont fausses, et que mes nouvelles analyses viennent, au contraire, les confirmer.

» L'acide phtalique se représente par $C^{16}H^6O^4$, le phtalate d'ammoniaque par $C^{16}H^{12}Az^2O^4$; de plus, l'acide phtalique, sous l'influence de la chaleur, perd H^2O en donnant de l'acide phtalique anhydre $C^{16}H^4O^3$.

» Le premier renferme H^6, ce qui est contraire aux équivalents de M. Gerhardt.

» Le second renferme $H^{12} + Az^2 = 14$, non divisible par 4, ce qui est contraire à la loi des corps azotés.

» Le troisième renferme O^3, tandis qu'il faudrait un nombre pair.

(1) Si les camphorates sont des combinaisons formées par l'acide camphorique anhydre et les oxydes, on pourra, sans aucun doute, former ces sels en unissant l'acide anhydre à l'eau ou aux oxydes. Eh bien, le soi-disant acide anhydre se dissout dans l'eau sans donner de l'acide camphorique hydraté; il se combine avec les bases sans donner de camphorates!

» J'ai déjà démontré que toutes ces formules devaient être doublées, c'est-à-dire que l'acide phtalique est bibasique. Il suffit de rappeler l'existence des acides phtaliques nitrogéné et trichloré qui, à cause de l'indivisibilité des équivalents, ne peuvent être représentés que par C^{32}, de sorte que l'on a

Acide phtalique.	$C^{32}H^{12}O^{8}$
Acide nitrogéné.	$C^{32}H^{10}Az^{2}O^{12}$
Acide trichloré.	$C^{32}H^{6}Cl^{6}O^{8}$
Acide phtalique anhydre.	$C^{32}H^{8}O^{6}$
Acide phtalique nitrogéné.	$C^{32}H^{6}Az^{2}O^{10}$
Acide phtalique trichloré.	$C^{22}H^{2}Cl^{6}O^{6}$

» Mais une nouvelle difficulté est survenue, c'est la composition de la phtalamide qui, suivant M. Marignac, se représente par $C^{32}H^{12}Az^{2}O^{5}$. Ici les équivalents de M. Gerhardt et la loi des composés azotés sont en défaut.

» Je viens de reprendre ce sujet, et, en faisant passer de l'ammoniaque sur de l'acide phtalique anhydre, je me suis assuré qu'il ne se formait pas de phtalamide, mais un composé que je nommerai *phtalamate* d'ammonium, composé analogue au sulfammon, à l'oxamate, au camphoramate, au chloranilamate d'ammonium. Sa formule se représente par

$$C^{32}H^{8}O^{6} + 2\,H^{6}Az^{2};$$

elle vient confirmer la théorie que j'ai donnée sur les acides amidés. En effet, lorsqu'on verse du bichlorure du platine dans le phtalamate d'ammoniaque, on précipite exactement la moitié de l'ammoniaque qu'il renferme, et l'on obtient un nouvel acide, le phtalamique $C^{32}H^{8}O^{6} + H^{6}Az^{2}$, capable de former avec les bases des sels qui ont la formule suivante :

$$C^{32}H^{8}O^{6} + MH^{4}Az^{2}.$$

» Cet acide, soumis à l'influence de la chaleur, se décompose en perdant $H^{4}O^{2}$ et en donnant de la phtalimide $C^{32}H^{10}Az^{2}O^{4}$.

» Toutes ces réactions sont entièrement analogues à celles que présente l'anhydride camphorique.

» On attribue à l'acide œnanthique anhydre et hydraté les formules suivantes :

$$C^{28}H^{26}O^{2} \quad \text{et} \quad C^{28}H^{28}O^{3}.$$

Toutes les deux sont contraires aux équivalents de M. Gerhardt.

» Lorsqu'on distille l'acide œnanthique, il se forme, suivant MM. Pelouze et Liebig, un acide anhydre et de l'eau. J'ai répété cette expérience, et, après

avoir distillé l'acide hydraté quinze à vingt fois de suite, je ne suis pas parvenu à l'avoir complétement anhydre. Néanmoins, je me suis assuré que la capacité de saturation de l'acide anhydre est beaucoup plus forte que celle que l'on admet ordinairement. Il en résulte que l'acide œnanthique est bibasique et que sa formule ainsi que celle de son anhydride doivent se représenter par

$$C^{56}H^{56}O^{6} \quad \text{et} \quad C^{56}H^{52}O^{4}.$$

» Les acides pinique, sylvique et pinarique ont pour formule $C^{80}H^{60}O^{4}$. D'après les recherches faites par MM. Rose, Liebig, Tromsdorff et par moi, ces corps seraient des acides anhydres capables de s'unir directement aux oxydes pour former des sels dont les formules seraient

Sels métalliques. . . . . . $C^{80}H^{60}M^{2}O^{5}$,
Sels ammoniacaux. . . . . $C^{80}H^{68}Az^{2}O^{5}$.

» Ces formules sont impossibles par les raisons que j'ai données plus haut. Il eût été difficile, à cause du poids atomique très-élevé de ces sels, de déterminer, par les moyens ordinaires, si les acides précédents sont hydratés ou non. J'ai eu recours à la méthode qui a été proposée par M. Chevreul pour peser la quantité d'eau qui se dégage lorsque l'on combine les acides gras avec l'oxyde de plomb, et je me suis assuré que les acides pinique, sylvique et pimarique sont analogues aux acides dits hydratés et que, par conséquent, la formule de leur sel doit être

$$C^{80}H^{58}M^{2}O^{4} \quad \text{et} \quad C^{80}H^{66}Az^{2}O^{4}.$$

» L'acide pimarique, soumis à l'action de l'acide nitrique, m'a donné, après quelques minutes et après un quart d'heure d'ébullition, deux composés identiques et dont la formule se représente par

$$C^{80}H^{52}Az^{4}O^{16} \text{ bibasique.}$$

Comparé à l'acide pimarique, on a, avec des formules synoptiques,

Acide pimarique monobasique. . . . $C^{80}H^{60} + O^{4}$,
Acide nitrogéné bibasique. . . . . . $C^{80}H^{52}X^{2}O^{2} + O^{6}$.

Ces formules viennent à l'appui des idées que j'ai émises sur les rapports qui existent entre les acides mono- et bibasiques (1).

» M. Fownes vient de faire un travail très-intéressant sur l'huile de son,

---

(1) On a imaginé de nouveaux radicaux pour déterminer la constitution des acides hypophosphoreux, phosphoreux, phosphorique. On a supposé que leurs sels renfermaient de l'eau

le furfurol. Ce composé, traité par de l'ammoniaque, donne de la furfuramide qui, mise en contact avec la potasse, se change en furfurine. On a, suivant M. Fownes,

Furfurol...... $C^{30}H^{12}O^{6}$;
Furfuramide... $C^{30}H^{12}Az^{2}O^{3}$;
Furfurine..... $C^{60}H^{24}Az^{4}O^{6}$.

» En recevant le Mémoire de M. Fownes, j'ai avancé que ces formules ne pouvaient pas exister, et que l'on devait avoir

Furfurol...... $C^{20}H^{8}O^{4}$;
Furfuramide... $C^{60}H^{24}O^{6}Az^{4}$;
Furfurine..... *Id.*

» Mes prévisions se sont réalisées; M. Cahours vient de prendre la densité de la vapeur du furfurol, elle s'accorde exactement avec mon hypothèse. La série furfurique est entièrement analogue aux séries benzoïque, salycilique, cinnamique, anisique, etc. On a

SÉRIE	BENZOÏQUE.	SALYCILIQUE.	FURFURIQUE.	CINNAMIQUE.	ANISIQUE.
Protide......	$C^{28}H^{12}+O^{2}$	$C^{28}H^{12}O^{2}+O^{2}$	$C^{20}H^{8}O^{2}+O^{2}$	$C^{36}H^{16}+O^{2}$	$C^{32}H^{16}O^{2}+O^{2}$
Hydramide...	$3C^{28}H^{12}+Az^{4}$	$3C^{28}H^{12}O^{2}+Az^{4}$	$3C^{20}H^{8}O^{2}+Az^{4}$	$3C^{36}H^{16}+Az^{4}$	$3C^{32}H^{16}O^{2}+Az^{4}$
Triammonide.	*Id.*	....	*Id.*	......	....

» Il y a, comme on le voit, trois nouveaux alcalis à découvrir dans les séries salycilique, cinnamique et anisique.

» Malgré le grand nombre d'analyses que M. Gerhardt et moi nous avons

---

d'hydratation, quoique l'expérience eût démontré le contraire. Dans mon système, on a une série très-simple et entièrement semblable à celles de la chimie organique.

Hydrogène phosphoré	PH^{3}		
Acide hypophosphoreux monobasique.	$PH^{3}+O^{2}$,	au lieu de	$P^{2}O+H^{2}O+2Aq$.
Acide phosphoreux bibasique	$PH^{3}+O^{3}$,		$P^{2}O^{3}+H^{4}O^{2}+Aq$.
Acide phosphorique tribasique	$PH^{3}+O^{4}$,		$P^{2}O^{5}+H^{6}O^{3}$.
Acide phosphorique monobasique....	$PHO+O^{2}$,		$P^{2}O^{5}+H^{2}O$.

Remarquons qu'avant les travaux de M. Wurth, la composition des acides hypophosphoreux et phosphoreux ne s'accordait pas avec la loi des corps azotés phosphorés.

corrigées, on n'en continuera pas moins, peut-être encore pendant longtemps, à admettre la théorie des acides hydratés, à repousser les nouveaux équivalents et la loi des composés azotés. On se laissera arrêter par l'habitude, par une fausse interprétation (1), par quelques faits douteux; on nous dira qu'il existe du phosphure d'azote dont la composition PAz^2 et même P^2Az^4 ne s'accorde pas avec notre loi. Nous répondrons simplement : *Il n'y a pas de phosphure d'azote, ou il a été mal analysé.* Malheureusement, dans ce moment, je ne puis m'occuper de travaux de laboratoire; sans cela j'aurais examiné ce sujet. Mais j'espère que mon ami M. Gerhardt, qui est intéressé autant que moi dans la question, s'empressera de nous apprendre ce qu'il faut penser de la formule du prétendu phosphure d'azote.

» Si les théories de Lavoisier et de Davy sont fausses, faudra-t-il adopter les formules brutes, admettre que, dans les corps composés, il n'y a qu'un seul groupe, que l'acétate de quinine est $C^{84}H^{52}Az^2O^8$, le nitrate $C^{76}H^{44}Az^4O^{10}$, le picrate $C^{100}H^{50}Az^6O^{14}$?

» Je suis loin d'avoir une pareille pensée. Je suis, au contraire, convaincu qu'il existe dans les corps composés divers groupes d'atomes. Ce n'est pas le moment de m'expliquer clairement sur ce sujet. Je désire seulement faire voir que, si l'on veut apprendre quelque chose sur l'arrangement des atomes, il est indispensable d'abandonner d'abord la route que l'on a suivie jusqu'à ce jour. »

---

(1) Il est bien évident que la loi des corps azotés doit se composer de deux paragraphes, l'un relatif aux sels de protoxydes, et l'autre aux sels de peroxydes. Ces derniers ne forment pas une anomalie, une exception; car, lorsque l'exception est prévue, parfaitement déterminée, elle forme une seconde loi. Ainsi, prenons comme exemple les sels de protoxyde OM et de peroxyde O^3M^2, nous pourrons formuler la loi de la manière suivante :

1°. Si le sel est une combinaison de protoxyde, la somme des équivalents sera un nombre pair;

2°. Si le sel est une combinaison de peroxyde, la somme des équivalents sera un nombre impair.

Je n'ai pas voulu, dans le principe, donner ma loi comme s'appliquant à la chimie organique et à la chimie minérale, car j'ai bien vu que, telle que je l'avais formulée, plusieurs composés de la chimie minérale faisaient une exception. Tels sont les peroxydes, les perchlorures; tel est le peroxyde d'azote $A^2O^2 = 4$ volumes, le superoxyde d'azote $Az^2O^4 = 4$ volumes, le perchlorure de phosphore $Cl^{12}P^2 = 8$ volumes.

Les équivalents des *percombinaisons* doivent-ils être représentés par 8 volumes? On possède trop peu de renseignements sur ce sujet pour pouvoir se prononcer aujourd'hui; en tous cas, le perchlorure de phosphore viendrait à l'appui de cette opinion, et comme son équivalent 8 volumes est indivisible, il en résulterait que la loi des combinaisons azotées recevrait encore ici une confirmation.

CHIMIE. — *Note sur les acides des pins; par* M. **Aug. Laurent.**

« De nouvelles recherches m'ont prouvé que l'acide naturel des pins est l'acide pimarique. Ce composé, soit avec le temps, soit sous l'influence de certains agents, se transforme en deux composés isomères, les acides pinique et sylvique. C'est à tort que l'on dit, dans tous les Traités de chimie, que l'acide sylvique cristallise en tables quadrilatérales. Sa forme est très-remarquable, et, seule, elle suffit pour permettre de reconnaître cet acide au premier coup d'œil; ses cristaux ont la forme de tables triangulaires. C'est cette erreur qui m'a empêché de reconnaître l'identité des acides sylvique et pyromarique. Quant aux acides pinique et pymarique amorphe, ils sont probablement identiques. Les acides pinique et sylvique que l'on rencontre dans les résines du commerce proviennent des modifications que l'acide naturel ou pimarique a subies avec le temps, ou sous l'influence du feu et de la lumière. »

RAPPORTS.

MÉCANIQUE PHYSIQUE ET EXPÉRIMENTALE. — *Suite du Rapport sur les recherches théoriques et expérimentales, entreprises par* M. **Bourgois**, *enseigne de vaisseau, sur les propulseurs héliçoïdes.*

(Commissaires, MM. Arago, Dupin, Poncelet rapporteur.)

« Pendant que M. Bourgois se livrait à cette longue suite d'expériences, il cherchait à fonder une théorie des effets des propulseurs héliçoïdes sur une base un peu plus solide et plus appropriée aux besoins de la pratique que celles admises par ses prédécesseurs, et qui prît son point d'appui sur les indications mêmes fournies par ces expériences. Il nous suffira d'en rappeler ici les principaux éléments et d'en discuter les principales conséquences, afin de mettre l'Académie en mesure d'apprécier le degré de certitude et d'utilité qu'elle comporte dans ses applications.

» M. Bourgois, limitant la question au cas d'un héliçoïde à génératrice droite et à celui où le navire et la machine ont atteint un régime parfaitement uniforme, le seul qui intéresse la pratique; supposant, en outre, que le fluide soit sensiblement en repos à l'arrière du navire, hypothèse qui ne paraît pas s'écarter beaucoup de la réalité pour des formes aussi effilées que celles des poupes en usage; M. Bourgois, disons-nous, considère le fluide sur lequel agissent les différentes branches du propulseur, comme animé du

mouvement relatif provenant à la fois du mouvement de translation et du mouvement de rotation de ce propulseur, censé désormais immobile dans l'espace absolu. Il détermine ainsi l'angle d'arrivée ou d'incidence des molécules liquides sur la surface héliçoïde des diverses branches, angle naturellement variable et très-petit dans les conditions pratiques de la question. Les mêmes molécules liquides étant animées d'abord d'un mouvement héliçoïdal sur des cylindres concentriques à l'axe, l'auteur admet, comme hypothèse conforme aux données de l'expérience, qu'elles demeurent comprises dans le prolongement de ces cylindres, au travers du propulseur, et que, par conséquent, après leur déviation, elles y décrivent des hélices parallèles à celles de ce dernier; ce qui revient à supposer que la force centrifuge ne joue aucun rôle appréciable pour faire écarter ces molécules de l'axe. L'expérience apprend, en effet, que lorsqu'on imprime à un propulseur héliçoïde à génératrices droites, un mouvement rapide dans l'air, en le faisant traverser, parallèlement à l'axe, par un courant de fumée, loin de s'écarter de l'axe, ce courant manifeste plutôt une tendance à s'en rapprocher. Cette même hypothèse, au surplus, a été admise par tous les auteurs qui ont essayé d'établir la théorie des ailes de moulins à vent, théorie qui offre, en effet, des circonstances de mouvement analogues à celles du propulseur qui nous occupe.

» Dans cette manière de voir, les différents filets héliçoïdes de la surface du propulseur, considérés, dans leurs développements cylindriques, comme de véritables éléments rectilignes, se trouvent atteints sous des angles différents, et généralement très-petits, comme on l'a dit, par les lames liquides cylindriques correspondantes, et donnent lieu à des résistances normales que M. Bourgois évalue d'après la théorie ordinaire relative au choc oblique des surfaces planes soumises à l'action d'un courant indéfini; l'expression qui s'y rapporte devant être multipliée par un *coefficient* relatif à la résistance, sur l'unité de surface, déterminée dans chaque cas par l'expérience. D'après cette théorie, les résistances normales dont il s'agit seraient proportionnelles à l'étendue des surfaces et au carré de la vitesse relative estimée suivant chaque normale; mais, en voulant appliquer les résultats de cette même loi au calcul des effets des propulseurs héliçoïdes, M. Bourgois n'a pas tardé à reconnaître que le coefficient de la résistance, loin de conserver la valeur constante qui lui est attribuée d'après les expériences de divers auteurs, devait, en raison même de la petitesse de l'angle d'incidence des filets, croître d'une manière très-rapide; fait qui s'accorde, au surplus, avec les observations relatives à la dérive des bâtiments, dont l'angle acquiert des valeurs excessivement

petites, alors même que la composante transversale, due à l'action du vent, conserve une valeur considérable.

» M. Bourgois, en cherchant à tenir compte de cet accroissement rapide du coefficient de la résistance pour les faibles angles d'incidence, a été conduit, par le rapprochement des résultats de sa théorie relative aux effets des propulseurs héliçoïdes et de ceux de l'expérience, à diviser le coefficient de la résistance par le carré du sinus de l'angle d'inclinaison de chaque filet sur le plan de rotation de la vis.

» On fera remarquer, à ce sujet, que les divers auteurs qui se sont occupés des effets des roues à palettes, mues dans les fluides indéfinis ou de ceux des ailes de moulin à vent, Boistard, Navier, etc., ont également reconnu la nécessité d'attribuer au coefficient de la résistance de ces palettes ou plans minces, une valeur double au moins, de celle que l'expérience indiquait pour le cas de l'immobilité de ces plans; circonstance qu'ils attribuaient à la grande étendue de leurs surfaces, mais qui, d'après les observations consignées, par l'un de nous, dans la *Lithographie du Cours de Mécanique, professé à l'Ecole d'application de Metz* (1), trouverait généralement son explication dans la nature propre du mouvement relatif de la surface choquée et du fluide, mouvement qui introduit une modification nécessaire dans l'expression de la loi de la résistance, principalement en ce qui concerne la grandeur des masses fluides agissantes.

» Indépendamment des modifications apportées à la formule de la résistance, dont il vient d'être rendu compte, M. Bourgois a été conduit à remplacer le facteur relatif à l'étendue de la surface choquée des filets héliçoïdes, par une fonction composée de la largeur de ce filet et d'une puissance fractionnaire de sa longueur, ou du rapport de l'aire des secteurs qui sont les projections des ailes sur le plan de la rotation, à l'aire du cercle entier : l'application de ses formules lui ayant appris, d'une part, que le rapprochement, plus ou moins grand, des différentes ailes ou branches, exerçait une influence nécessaire relative à la masse de liquide qui coule entre elles, et, d'une autre, que la pression normale ne croissait pas proportionnellement à la longueur du filet héliçoïde, attendu que les pressions élémentaires qu'ils supportent diminuent progressivement, de l'amont vers l'aval, par une cause qu'il est facile d'apercevoir à priori, et dont les effets, qui se sont manifestés dans les expériences directes de Dubuat, s'observent journellement dans l'orientement des vergues de navire sous l'action oblique du vent.

---

(1) VIIe section, n°s 66 et suivants.

» Enfin, pour tenir compte du frottement du fluide le long des filets héli-coïdes, l'auteur se fonde sur les formules admises, par MM. de Prony et Eytelwein, d'après les expériences de Coulomb, et dont ils ont déterminé les coefficients pour le cas du mouvement de l'eau dans les tuyaux de conduite; mais le glissement relatif des molécules liquides sur les filets étant ici très-rapide, M. Bourgois néglige le premier terme de la résistance, proportionnel à la simple vitesse, en ne conservant ainsi que celui qui contient la deuxième puissance, et dont il évalue le coefficient d'après le résultat des expériences faites, en Angleterre, par le colonel Beaufoy, sur le frottement latéral des prismes minces, mus dans le sens de leur longueur. Ces expériences paraissent, en effet, plus propres que celles sur les tuyaux de conduite, à fournir ici une appréciation exacte de ce coefficient.

» Nous avons cru nécessaire d'entrer dans quelques développements sur les hypothèses et les données expérimentales qui servent de fondement à la théorie des effets des propulseurs hélicoïdes, présentée, par M. Bourgois, au jugement de l'Académie, parce que cette partie de son Mémoire, en elle-même fort délicate, mérite d'attirer l'attention des ingénieurs qui s'intéressent au progrès de la question. Il nous reste maintenant à exposer la marche qu'il a suivie dans l'établissement des formules ou équations qui découlent de cette même théorie, et qu'il considère comme aptes à déterminer les divers éléments de la solution pratique relative à la navigation au moyen de la vis.

» Les équations dont il s'agit se réduisent à trois, dont, en réalité, l'une est la conséquence des deux autres, et ne sert qu'à exprimer, d'une manière plus explicite, la relation qui lie entre elles certaines données.

» La première, relative à la translation, exprime l'égalité entre la résistance propre du navire et les composantes, parallèles à l'axe, des résistances normales et tangentielles de la vis : elle ne comprend point l'effort du moteur, qui s'opère dans un plan perpendiculaire à cet axe.

» La seconde se rapporte à l'égalité entre le moment de cet effort et la somme des moments des projections des forces ci-dessus, sur le plan de la rotation.

» La troisième enfin, que l'on peut considérer comme une conséquence des deux autres, établit l'égalité entre le travail moteur relatif à chacune des révolutions de l'hélicoïde et la somme des travaux dus à la résistance utile, aux pressions normales et aux frottements.

» En procédant ainsi, on suppose implicitement que le système du navire et du propulseur prenne, relativement au niveau extérieur du liquide, la position de stabilité ou l'assiette qui rend les autres conditions de l'équilibre

dynamique superflues, ce qui est permis d'après le mode d'installationde l'appareil et les données fournies par l'expérience.

» Nous pensons, en outre, que cette manière d'arriver aux équations dynamiques de la question, bien qu'elle se rattache à des considérations indirectes, et qu'elle n'offre pas toute la généralité et la précision mathématique désirables, n'en est pas moins très-propre à donner une expression suffisamment approchée des effets que l'on se propose de soumettre au calcul, et telle qu'il conviendra toujours d'en adopter dans les applications de la mécanique aux arts.

» Après avoir posé les équations dont il s'agit, M. Bourgois leur fait subir différentes transformations pour les approprier au but particulier qu'elles sont destinées à remplir, et mettre en évidence l'influence relative à chacune des données essentielles du problème, données qui se trouvent traduites en autant de formules analytiques, et qu'il nous paraît utile de signaler à l'attention de l'Académie. Ce sont :

» 1°. Le coefficient relatif à l'action normale du fluide sur le propulseur, dont l'auteur calcule les diverses valeurs numériques afin de confirmer l'hypothèse qui le suppose constant, et d'en déterminer la valeur moyenne d'après les résultats des expériences mentionnées plus haut.

» 2°. Le coefficient de recul, dont l'expression, quand on fait abstraction du frottement des filets héliçoïdes qui n'exerce, en effet, qu'une assez faible influence dans les circonstances ordinaires, se présente sous une forme très-simple et très-remarquable, attendu qu'elle est entièrement indépendante de la force motrice et de la vitesse de rotation : l'auteur tire, de cette même expression, diverses conséquences utiles qu'il serait trop long de rapporter ici, et qui se déduisent du rapprochement des nombres inscrits dans une dernière colonne annexée aux deux derniers des tableaux qui servent d'introduction à son Mémoire.

» 3°. Le nombre des révolutions de la vis par seconde, sous l'action d'une force motrice connue, et en supposant données les dimensions de cette vis et la résistance du navire : M. Bourgois restreint d'ailleurs l'application de cette formule au cas de la navigation ordinaire des navires en route libre ; il ne pense pas qu'elle puisse s'étendre à celui du remorquage et aux effets qui se produiraient si le navire était maintenu au repos, attendu que le coefficient des actions normales du liquide sur le propulseur a été évalué, comme on l'a vu, dans l'hypothèse de très-petits angles d'incidence, et à l'aide d'une formule qui, sous le point de vue de la généralité, laisse quelques incertitudes. Il fait remarquer, à ce sujet, que la détermination à priori,

de la vitesse angulaire de la vis, est ici d'une importance capitale, puisqu'on n'a pas, comme dans le cas des roues à pales ordinaires, la ressource de faire varier, après coup, l'étendue de la surface héliçoïde en prise avec le liquide, et qu'on se voit obligé de changer le propulseur ou d'apporter à la transmission du mouvement de la machine, des modifications onéreuses, plus souvent encore d'une réalisation tardive, et, dans tous les cas, très-difficiles.

» La même remarque peut d'ailleurs s'appliquer généralement aux moteurs et organes de machines dont le système de construction repose sur une appréciation délicate et parfois incertaine des effets mécaniques, ou qui, devant travailler dans des conditions variables, n'offrent pas, en eux-mêmes, les moyens de modifier à volonté l'action de la puissance ou de la résistance, de manière à les placer dans les circonstances les plus favorables à la production du maximum d'effet.

» 4°. Enfin, l'expression du coefficient qui se rapporte aux pertes de travail inhérentes au propulseur, et de laquelle la vitesse angulaire a été éliminée; mais, comme cette expression contient encore explicitement le coefficient de recul, qui dépend des formes du navire et de la vis, et très-peu du frottement de cette dernière, M. Bourgois, négligeant celui-ci, remplace le coefficient dont il s'agit par sa valeur abrégée ou approximative, et arrive ainsi à une expression du coefficient de réduction de l'effet, qui ne dépend plus que des dimensions et des formes du navire et de la vis.

» La question que l'on doit principalement se poser dans la pratique se trouve ainsi ramenée à celle de déterminer les dimensions ou proportions qui rendent ce coefficient de réduction un minimum. Malheureusement, ces dimensions y entrent sous une forme très-compliquée, qui ne permet pas de traiter la question d'une manière générale et analytique. L'auteur se voit obligé d'y suppléer par une discussion numérique relative à un navire dont il s'est donné les dimensions et la résistance à priori; discussion assez pénible, dont les résultats sont consignés dans un appendice rapporté à la fin de l'ouvrage, et qu'il conviendra de renouveler toutes les fois qu'il s'agira de fixer les bases d'établissement d'un propulseur héliçoïde pour tout autre bâtiment. Néanmoins, ces résultats s'appliquant à un navire qui se trouve dans les conditions les plus ordinaires, M. Bourgois a pu en tirer diverses conséquences utiles dont nous résumerons en peu de mots les principales :

» 1°. Les avantages résultant de la diminution du frottement des branches de la vis lorsque l'on emploie un tambour intérieur, sont, à très-peu près, compensés par l'accroissement de résistance qui proviendrait de la présence même de ce tambour;

» 2°. Les bases d'établissement d'un système de propulseurs héliçoïdes doivent varier, non-seulement avec les dimensions des bâtiments, mais encore avec la nature de leur service ou la puissance relative de leurs machines, et il y a lieu, par conséquent, de distinguer avec soin les avisos dont la marche doit être très-rapide, des bâtiments de guerre et de transport dont la vitesse doit être un peu moindre, et, à fortiori, des remorqueurs et des navires à voiles et à machine auxiliaire dont l'allure, quand on ne fait usage que de celle-ci, doit être beaucoup plus lente;

» 3°. La surface totale des branches du propulseur ou le développement de leurs hélices doit croître en raison directe de la résistance à vaincre ou inversement aux vitesses imprimées; le rapport du pas au diamètre ou l'inclinaison des hélices sur le plan de la rotation, doit, au contraire, augmenter avec ces mêmes vitesses, la grandeur absolue du diamètre étant susceptible de varier suivant les circonstances et d'après des considérations militaires ou maritimes étrangères aux effets mécaniques;

» 4°. Pour de très-grands navires, la forme des ailes des moulins à vent serait celle qui s'approcherait le plus des conditions du maximum d'effet.

» Dans les derniers paragraphes de son Mémoire, M. Bourgois examine successivement l'influence du nombre des branches du propulseur, la cause des trépidations inhérentes à sa constitution, et qu'il attribue principalement à la diminution du nombre de ces branches, ou plus spécialement au manque de symétrie dans la distribution des pressions d'amont et d'aval; la forme qu'il convient de donner à la directrice de ces mêmes branches, pour les placer dans les conditions les plus favorables; enfin, la force de traction exercée par la vis dans les circonstances où se trouvent placés les remorqueurs et les navires en repos; circonstances pour lesquelles les formules générales cessant de demeurer applicables, sont empiriquement remplacées par celles qui s'en déduisent lorsqu'on néglige les frottements, et dont le coefficient de réduction ou de correction se trouve déterminé par la comparaison des résultats qu'elles offrent avec ceux de l'expérience.

» A l'égard de la directrice, l'auteur propose de la tracer, en développement, avec une courbure telle que les filets liquides arrivent, sur la vis, dans une direction sensiblement tangentielle à ses premiers éléments, c'est-à-dire de manière à éviter le choc et les pertes de travail qui en résultent. On conçoit, en effet, que, sous un certain angle d'incidence, la portion du fluide qui afflue parallèlement sur la face opposée au choc, tend à s'en détacher, ou subit une contraction qui devient, plus loin, la source de tourbillonnements et d'une consommation inutile de force vive.

» La fin du Mémoire que nous analysons est employée à discuter la valeur des expériences dynamométriques jusqu'alors mises en usage, et les proportions des roues d'engrenages qu'il convient d'adopter pour transmettre l'action du moteur à la résistance; à exposer l'état actuel de la navigation au moyen de la vis, dont nous avons rendu compte au commencement de ce Rapport; à poser les bases d'un projet d'expériences en grand, exemptes des inconvénients remarqués, et qui se trouvent principalement fondées sur les résultats de la nouvelle théorie; enfin, à exposer les diverses conséquences propres à servir de règle à l'établissement des propulseurs qui conviennent aux différentes classes de navires.

» Au surplus, l'auteur a déjà eu l'occasion d'appliquer les formules déduites de sa théorie, à l'appréciation des effets des propulseurs héliçoïdes employés à bord de plusieurs bâtiments actuellement en service, et les résultats de ses calculs se sont trouvés sensiblement d'accord avec ceux de l'expérience directe. L'un de ces bâtiments, nommé *le Pingouin,* dont la réception a été l'objet de diverses études faites en présence d'une Commission à laquelle l'auteur se trouvait adjoint, est venue, après coup, confirmer, d'une manière satisfaisante, les prévisions des formules, ainsi que l'atteste le procès-verbal authentique des expériences, et il y a tout lieu d'espérer que la même vérification de la théorie de M. Bourgois viendra assurer le succès des essais d'application, en grand, dont M. le Ministre de la Marine se propose d'ordonner prochainement l'exécution dans l'un de nos principaux ports militaires.

» En résumé, le Mémoire de M. Bourgois laisse peut-être à désirer quelques améliorations sous le rapport de la forme scientifique ou académique de la rédaction, ce qu'explique très-bien la position exceptionnelle de l'auteur et la nature de son service maritime; mais, d'autre part, il offre tous les caractères d'une œuvre consciencieusement élaborée, et qui doit inspirer une juste confiance dans les résultats fournis, tant par le calcul et le raisonnement, que par les expériences directes auxquelles ce jeune officier s'est livré. La manière à la fois rationnelle et neuve dont la théorie du propulseur héliçoïde s'y trouve exposée et corroborée par des faits nombreux, convenablement observés ou discutés; les utiles et importantes conséquences qui s'en déduisent pour l'établissement des navires à vapeur, nous font croire que M. Bourgois a rendu à la navigation dont il s'agit, un service comparable à celui qu'elle dut à l'utile publication de feu M. Marestier, sur les bateaux à vapeur de l'Amérique. Mais nous n'exprimerions qu'imparfaitement notre pensée, si nous n'ajoutions qu'outre le mérite d'offrir un nouvel exemple de la manière dont on doit traiter les questions de Mécanique appliquée, les recherches théo-

riques et expérimentales qui nous occupent possèdent encore, à nos yeux, le mérite non moins recommandable, de devoir amener, par la suite, d'heureuses modifications, de véritables perfectionnements, dans le mode d'installation des propulseurs héliçoïdes. Or, il importe ici de le remarquer, de pareilles modifications, de semblables perfectionnements, auxquels le vulgaire n'attache ordinairement qu'un bien faible prix, parce qu'ils sont le résultat d'investigations obscures, et en apparence plutôt scientifiques que pratiques, exercent réellement, sur la destinée des inventions et sur l'étendue des services qu'elles peuvent rendre à la société, une influence non moindre que l'invention elle-même, dont elles sont d'ailleurs le complément indispensable. On ne doit pas oublier, en effet, que c'est par de tels perfectionnements et de telles études que Watt a immortalisé son nom, bien plus que par la découverte de la machine à vapeur, dont, à juste raison, on a revendiqué pour d'autres, l'idée fondamentale ou la principale disposition.

» D'après ces diverses considérations, nous pensons que le Mémoire de M. Bourgois mérite l'entière approbation de l'Académie, et serait digne de paraître dans le *Recueil des Savants étrangers*, si l'auteur n'avait l'intention d'en faire l'objet d'une publication séparée. L'importance pratique des conséquences auxquelles M. Bourgois est parvenu, nous fait, en outre, émettre le vœu que M. le Ministre de la Marine ne tarde pas à fournir à ce jeune et capable officier, l'occasion d'appliquer, à un navire de grande dimension, le fruit de ses laborieuses recherches, et d'en perfectionner et compléter, s'il se peut, les plus importants résultats. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

ZOOLOGIE. — *Rapport sur un ouvrage intitulé :* Recherches historiques, zoologiques, anatomiques et paléontologiques sur la Girafe; *par* MM. **Joly**, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, *et* **Lavocat**, chef des travaux anatomiques à l'École vétérinaire de la même ville.

(Commissaires, MM. Serres, Flourens, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire rapporteur.)

« L'Académie a chargé M. Serres, M. Flourens et moi (Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire) de lui rendre compte d'un ouvrage de MM. Joly et Lavocat, ayant pour titre : *Recherches historiques, zoologiques, anatomiques et paléontologiques sur la Girafe.* Cet ouvrage se compose de plusieurs Mémoires dont le premier a été adressé à l'Académie, sous cachet, au mois de février dernier : c'est celui dans lequel se trouvent exposées les recherches histori-

ques des deux auteurs. Les autres nous sont parvenus il y a quelques semaines, et sont connus déjà par un extrait inséré dans les *Comptes rendus*.

» Il nous serait absolument impossible de faire, en quelques pages, l'analyse d'un ouvrage aussi étendu, et qui est lui-même le résumé, presque toujours aussi concis que fidèle, d'une multitude de faits historiques, zoologiques et anatomiques. Mais nous essayerons, du moins, de donner une idée exacte du but que se sont proposé les auteurs, des ressources dont ils ont pu disposer, et des résultats qu'ils ont obtenus.

» Disons d'abord quelle circonstance a donné naissance à leurs recherches. Vers le commencement de l'année 1844, une girafe récemment arrivée d'Abyssinie en France, et que l'on conduisait de ville en ville pour l'exposer à la curiosité publique, vint mourir à Toulouse. A la demande des professeurs de la Faculté des Sciences, désireux de mettre à profit cette occasion d'enrichir la science et leur musée, le Conseil municipal de Toulouse s'empressa d'acquérir la girafe. Elle fut mise à la disposition de M. Joly, qui s'adjoignit aussitôt M. Lavocat, chef des travaux anatomiques à l'école vétérinaire de la même ville. L'ouvrage dont nous avons à rendre compte est le fruit des recherches communes de ces deux auteurs, secondés dans la longue et pénible dissection du gigantesque quadrupède, par M. Bonnet, secrétaire de l'École vétérinaire, par M. Traverse, préparateur d'histoire naturelle à la Faculté des Sciences, et par cinq élèves de la Faculté et de l'École.

» Les deux auteurs paraissent ne s'être d'abord proposé pour but que de donner une description aussi complète que possible des organes de la girafe, et de remplir les lacunes qui restaient encore dans l'histoire anatomique de ce ruminant. Mais le désir de donner plus d'intérêt à leur travail les a conduits à étendre considérablement ce cadre déjà si vaste, et c'est ainsi qu'ils viennent d'enrichir la science, au lieu d'un Mémoire anatomique, d'un ouvrage que l'on peut considérer comme une monographie presque complète de la Girafe.

» Des quatre parties dont il se compose, la première est toute d'érudition. Les auteurs donnent un résumé analytique de ce qui a été écrit avant eux sur la girafe, soit dans les temps modernes, soit chez les anciens, et jusque dans la plus haute antiquité. Ils adoptent, avec quelques réserves toutefois, l'opinion de Mongez, qui considérait le *Zemer* de Moïse comme n'étant autre que la Girafe ; animal dont Moïse a pu, en effet, voir des représentations en Égypte, puisqu'on l'y trouve figuré avec d'autres quadrupèdes éthiopiens sur plusieurs monuments, particulièrement, selon une remarque de notre confrère M. Jomard, dans les *typhonium*. Après Moïse, et avec

plus de certitude, MM. Joly et Lavocat citent comme ayant connu et indiqué la girafe, un grand nombre de géographes, de voyageurs, d'historiens, de poëtes et de naturalistes. Parmi eux, nous nous bornerons à mentionner Agatarchides, auteur de la plus ancienne description de la Girafe qui nous soit parvenue; Strabon qui a donné sur elle des notions très-exactes, et Héliodore qui, dès le IVe siècle, a indiqué l'amble comme l'allure naturelle de la girafe. Quant à Aristote, il ne nous a transmis sur ce ruminant aucuns détails : il se borne à le mentionner sous le nom d'ἱππάρδιον; et encore, malgré l'adhésion que MM. Joly et Lavocat donnent à une interprétation déjà présentée par Allamand, Pallas et Gotlob Schneider, il n'est pas entièrement certain pour nous que l'ἱππάρδιον soit la girafe.

» La partie historique de l'ouvrage de MM. Joly et Lavocat est le fruit de longues et consciencieuses recherches. Il sera facile aux naturalistes placés près des grandes bibliothèques de compléter sur divers points les indications qu'ils donnent, et d'ajouter quelques noms à la longue liste des auteurs qu'ils citent. Mais leur travail, tel qu'il est, est d'un intérêt réel pour la science, et servira de point de départ à toutes les recherches ultérieures sur le même sujet.

» Dans la partie zoologique, les auteurs, après une synonymie très-complète de la Girafe, décrivent avec soin toutes ses parties extérieures, particulièrement ses organes sensitifs, et résument ce que l'on sait de ses allures et de ses mœurs. Cette partie se recommande surtout par la précision et la clarté des descriptions : après tous les travaux dont la Girafe a été le sujet, et particulièrement après le Mémoire publié sur elle par M. Geoffroy-Saint-Hilaire, les auteurs, comme ils le disent eux-mêmes, ne pouvaient espérer d'enrichir beaucoup la science.

» Nous ne dirons qu'un mot de la partie paléontologique, la plus courte de l'ouvrage. Les auteurs, n'ayant point été à même d'ajouter aux découvertes de leurs devanciers, se bornent à présenter un résumé succinct des travaux de MM. Cautley, Falconer et Duvernoy.

» Dans la partie anatomique, un champ beaucoup plus vaste s'ouvrait devant MM. Joly et Lavocat. Avant eux, un grand nombre d'auteurs, particulièrement Allamand, MM. Pander et d'Alton, Cuvier, Geoffroy-Saint-Hilaire, avaient fait d'intéressantes observations sur l'ostéologie de la Girafe, mais ils n'avaient pu faire l'anatomie des parties molles. Plus heureux que ses prédécesseurs, M. Owen put disposer, en 1838, d'une Girafe morte à Londres; et l'année suivante, la naissance d'un jeune individu qui ne vécut que quelques jours, fournit à ce célèbre anatomiste une précieuse occasion de compléter ses

premières recherches, et particulièrement de décrire les membranes de l'œuf. Après un tel devancier placé dans des circonstances si favorables, MM. Joly et Lavocat ne devaient avoir et n'ont eu bien souvent qu'à revoir et à confirmer des résultats déjà acquis à la science. Il en a été ainsi du squelette, à l'égard duquel ils ont fait connaître néanmoins quelques faits nouveaux, de l'appareil digestif, de l'appareil reproducteur chez la femelle, de l'encéphale, et en général des viscères. Mais ils ont décrit beaucoup plus complétement que M. Owen les autres parties molles. Nous citerons surtout comme dignes d'éloges leurs recherches sur un système d'organes jusqu'alors à peine étudié chez la Girafe, les ligaments, et surtout leur travail sur les muscles, qui donnerait, à lui seul, un très-grand prix à l'ouvrage que nous analysons. Non-seulement les muscles sont décrits avec soin, mais ils sont partout comparés à leurs analogues chez le Cheval et chez les Ruminants domestiques, en sorte que, soit pour la précision des résultats, soit pour la méthode suivie, la partie myologique de l'ouvrage de MM. Joly et Lavocat peut être mise à côté des meilleurs travaux que la science possède en ce genre.

» L'ouvrage dont nous venons de rendre compte est complété par un atlas de dix-sept planches, dessinées par M. Joly. Les unes sont de curieux *fac-simile* de figures antiques ou anciennes de la Girafe; d'autres reproduisent les principaux faits anatomiques exposés dans le texte.

» Nous devons dire, en terminant, que l'une des Girafes de la ménagérie du Muséum d'Histoire naturelle étant morte il y a quelques mois, notre confrère M. de Blainville a entrepris à son tour sur elle un travail anatomique considérable dont les résultats ne tarderont sans doute pas à être publiés. On peut donc espérer que ce gigantesque quadrupède, sur l'organisation intérieure duquel, l'ostéologie exceptée, nous ne savions rien, il y a sept ans, que par analogie, sera bientôt l'un des mammifères anatomiquement les mieux connus. Il sera honorable pour MM. Joly et Lavocat d'avoir contribué, pour une part importante, à ce progrès, et placé sur ce point leurs noms entre ceux de MM. Owen et de Blainville.

» Nous pensons que le travail de MM. Joly et Lavocat mérite l'approbation de l'Académie. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

M. le **Ministre de la Guerre** invite l'Académie à désigner, conformément à l'article 38 de l'ordonnance de réorganisation de l'École Polytechnique,

du 30 décembre 1844, trois de ses membres pour faire partie du Conseil de perfectionnement de cette École pendant l'année scolaire 1845-1846.

L'Académie procède, par la voie de scrutin, à cette nomination. MM. Thenard, Ch. Dupin et Poinsot réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Action du chlore sur l'éther acétique de l'alcool et sur l'acétate de méthylène; par* M. S. Cloez. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Balard.)

« Dans un premier Mémoire, que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, j'ai fait connaître les principales propriétés de l'éther perchloroformique. Le point intéressant de son histoire, sur lequel j'ai dû le plus insister, est la réaction à laquelle il donne lieu en présence de l'ammoniaque. J'ai donné le nom de *chloracétamide* au produit cristallisé qui se forme dans cette réaction. Sans attacher une grande importance à la découverte de cette substance, il est permis de la considérer comme un corps intéressant, ne fût-ce que par la manière tout à fait imprévue dont elle se produit.

» A la fin de ma Note sur l'éther chloroformique, je regardais la production de ma chloracétamide, au moyen de l'éther perchloracétique de M. Leblanc, comme une chose très-probable. Les résultats que M. Malaguti a obtenus avec l'éther chloracétique ordinaire auraient pu me dispenser de tenter l'expérience; j'ai voulu néanmoins établir ma conviction à cet égard, et j'ai essayé la réaction, qui a complétement réussi. Mes prévisions se sont trouvées ainsi doublement réalisées, et par les résultats de M. Malaguti et par les miens.

» Faute d'une quantité suffisante de matière, je n'avais pas pu déterminer la nature des deux produits cristallisés que l'on obtient en traitant la chloracétamide par l'ammoniaque liquide et l'acide nitrique étendu d'eau. J'ai analysé depuis ces substances; les résultats m'ont prouvé que l'on n'obtient, dans ces deux réactions, que du chloracétate d'ammoniaque.

» J'ai étudié, de plus, l'action que le chlore exerce sur la chloracétamide: j'ai constaté qu'avec le gaz sec il n'y a pas d'action sensible, même au soleil; mais, si l'on ajoute un peu d'eau, on obtient un nouveau corps qui a, d'après mes analyses, la formule

$$C^4Cl^4O^2AzH.$$

» Il se dissout à froid dans l'ammoniaque ou la potasse en dissolution,

et forme avec ces bases des sels cristallisés; je l'appelle, en raison de son origine et de ses propriétés, *acide chloracétamique.*

Éther acétique chloré.

» Un examen préalable de l'éther acétique chloré, que je destinais à la préparation de la chloracétamide, m'a conduit à constater dans ce liquide des propriétés différentes de celles qui lui ont été assignées par M. Leblanc.

» J'ai remarqué que le point d'ébullition du liquide, distillé une première fois dans un courant de gaz carbonique sec, pour le débarrasser de l'excès de chlore et d'acide chlorhydrique, s'élevait peu à peu de 105 à 280 degrés; j'ai pensé dès lors que j'avais affaire à un mélange; pour m'en assurer, j'ai distillé de nouveau, en évitant avec le plus grand soin l'accès de l'humidité. La moitié environ du liquide a passé entre 105 et 120 degrés, elle a été recueillie et mise à part; la portion distillée entre 130 et 180 degrés a été également mise de côté, ainsi que celle dont le point d'ébullition s'est élevé de 180 à 270 degrés. Chacun de ces produits a été analysé séparément, et j'ai vu qu'à mesure que le point d'ébullition était plus élevé, il y avait plus de charbon et d'hydrogène, tandis que la quantité de chlore diminuait. Mes expériences prouvent que le produit le plus chloruré n'a pas dû conserver le mode de condensation de l'éther acétique; ses molécules se sont écartées, il y a eu dédoublement et formation d'aldéhyde chloré $C^4 Cl^4 O^2$. Ce résultat n'a rien d'étonnant, il est tout à fait semblable à celui que M. Regnault a obtenu avec l'éther méthylique perchloré.

» Les liquides bouillants à une température supérieure à 120 degrés doivent être considérés comme des mélanges d'aldéhyde chloré, avec une petite quantité d'éther acétique à 7 équivalents de chlore; mes analyses autorisent cette manière de voir.

Acétate de méthylène perchloré.

» L'action du chlore sur l'éther acétique de l'esprit-de-bois était, sous plus d'un rapport, intéressante à examiner; ce liquide a exactement la même composition que l'éther formique de l'alcool; leurs propriétés physiques sont sensiblement les mêmes, mais leurs propriétés chimiques diffèrent essentiellement; leur décomposition, sous l'influence des alcalis, les caractérise suffisamment. J'ai voulu voir si la différence que l'on remarque dans les propriétés chimiques se retrouverait dans les produits dérivés que ces éthers donnent sous l'influence du chlore.

» L'éther perchloroformique présentant une composition constante et des

réactions nettes, j'ai cherché à obtenir un composé analogue avec l'acétate de méthylène. Le composé chloré que j'ai obtenu présente exactement la même composition que l'éther perchloroformique, et de plus les mêmes propriétés physiques et chimiques : ainsi il bout vers 200 degrés. Quand on fait passer sa vapeur à travers un tube de porcelaine chauffé presque au rouge, ainsi que M. Malaguti l'a fait pour quelques éthers chlorés, il se décompose en aldéhyde chloré et acide chloroxicarbonique; sa densité, à 18 degrés, est égale à 1,691; il se change, sous l'influence de l'humidité, en acide chloracétique, carbonique et chlorhydrique; avec les alcalis minéraux, il donne un chloracétate, un chlorure et un carbonate; avec l'ammoniaque, il forme sur-le-champ de la chloracétamide.

» Mis en contact avec l'alcool, il est décomposé de même que l'éther perchloroformique; il y a formation d'acide chlorhydrique, d'éther chloracétique, et d'éther chloroformique, que l'on a improprement appelé éther chloroxicarbonique; la réaction a lieu d'après l'égalité

$$C^4Cl^6O^4 + 2(C^4H^6O^2) = C^4Cl^3O^3, C^4H^5O + C^2ClO^3C^4H^5O + 2(HCl).$$

» L'esprit-de-bois se comporte d'une manière analogue.

» Les éthers chloracétique et chloroformique de l'alcool ou de l'esprit-de-bois obtenus de cette manière sont mélangés, et il serait difficile de les séparer; mais ils se reconnaissent aisément par les produits qu'ils donnent avec l'ammoniaque; on a, dans ce cas, de la chloracétamide et de l'uréthane ou de l'uréthylane. Ce nouveau mode de préparation de ces deux dernières substances est à ajouter à ceux que l'on connaît déjà; il pourra, je l'espère, être utilisé par la suite.

» On peut, sans recourir à aucune hypothèse et en se basant seulement sur les faits qui précèdent, admettre l'identité du produit final de l'action du chlore sur l'acétate de méthylène avec celui que l'on obtient par l'action du même agent sur l'éther formique de l'alcool.

» Si cette identité, que j'admets, est réelle, les conséquences qui en découlent naturellement sont intéressantes, sous le point de vue théorique, en ce qu'elles ont de relatif à la question de l'existence des types chimiques et de la conservation de ces mêmes types dans ce que l'on a appelé les *produits dérivés par substitution.*

» Quelle que soit la manière d'envisager la constitution des éthers, on doit toujours, dans l'hypothèse de l'existence du type, obtenir, sous l'influence du chlore, des composés dérivés offrant le même arrangement moléculaire que

le produit d'où l'on est parti; par conséquent, l'éther formique perchloré aura toujours une constitution moléculaire différente de celle de l'acétate de méthylène perchloré, et si la conservation du type avait lieu, ces liquides devraient présenter des réactions différentes; nous avons vu que le contraire arrive.

» La nature du produit final de l'action du chlore sur l'éther acétique est également, d'après mes observations, contraire à l'opinion de l'existence et de la conservation du type; il est évident que l'aldéhyde chloré que j'ai obtenu de cette manière ne peut pas offrir le groupement moléculaire des acétates.

» D'un autre côté, la formation de la chloracétamide, au moyen de l'éther formique chloré, n'est pas non plus, il faut l'avouer, un argument favorable à la même opinion; c'est un fait qui ne signifierait rien s'il était isolé: joint à ceux qui précèdent, il doit avoir, il me semble, une assez grande valeur.

» L'identité dans les produits dérivés de deux corps isomères ayant une constitution différente, sous l'influence d'un même agent, quel qu'il soit du reste, n'a rien de surprenant : la science possède des faits de cette nature. Les travaux de M. Regnault sur les éthers chlorés en fournissent un exemple remarquable. La liqueur des Hollandais $C^4H^3Cl + HCl$ est isomère avec l'éther chlorhydrique monochloruré $C^4H^4Cl^2$; mais l'action de la potasse sur ces corps les distingue essentiellement et leur assigne une constitution différente; néanmoins, sous l'influence du chlore, ils se changent finalement tous les deux en un produit identique, qui est le chlorure de carbone C^4Cl^6. »

ZOOLOGIE. — *Note sur les Acariens, les Myriapodes, les Insectes et les Helminthes observés jusqu'ici dans les pommes de terre malades; par* M. F.-E. **Guérin-Méneville.** (Extrait par l'auteur.)

« Les petits animaux qui font le sujet de ce travail appartiennent à quatre grandes divisions zoologiques et font partie de ces êtres si nombreux, destinés à concourir, avec d'autres forces de la nature, à la transformation incessante de la matière. Nous avons été chargé de les étudier, afin de rendre plus complets les documents que M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce a demandés à la Société royale et centrale d'Agriculture, relativement à la maladie qui règne cette année sur les pommes de terre.

» Nous pensons, ainsi que beaucoup d'autres observateurs, que la présence de ces animaux n'est que la conséquence de l'altération des pommes de terre et non sa cause; ils se sont développés dans ces tubercules parce que ceux-ci, et la plante entière, rendus malades par les froids du printemps et l'humidité constante qui a régné cette année, leur ont offert un sol convenablement approprié à leurs mœurs, un sol garni de cryptogames dont ils se nourrissent, présentant un commencement de fermentation propre à faciliter le développement de leurs germes, etc.

» Parmi les *Acarides*, on a observé deux espèces nouvelles appartenant à deux genres distincts et trouvées en grand nombre sur les pommes de terre altérées ou dans de petites cavernes des tubercules malades. Nous donnons à la première le nom de *Glyciphagus feculorum*, et à l'autre celui de *Tyroglyphus feculæ*. Ces deux espèces doivent se développer dans d'autres matières féculentes analogues; mais nous n'avons pu trouver dans les auteurs aucune observation sur ce sujet. Il est probable aussi que la fécule de divers végétaux, en se modifiant, doit donner naissance à diverses espèces de ces petits animaux, lesquels jouent peut-être un rôle indispensable dans les phénomènes qui constituent ces modifications; mais la science manque encore de faits bien observés à ce sujet.

» Parmi les *Myriapodes*, on a remarqué une petite espèce du genre Iule, l'*Iulus guttutatus* des auteurs. Ce Myriapode se trouve dans toutes les matières végétales en décomposition; on le rencontre à la racine des plantes potagères, sous les amas d'herbes mortes, dans les fruits tombés et meurtris, dans les fraises qui posent à terre, etc. Ces animaux ont 150 pattes, et, cependant, leur marche est très-lente.

» Les *Insectes* observés jusqu'ici dans les pommes de terre malades font partie de l'ordre des Coléoptères et de celui des Diptères; plusieurs n'ont été trouvés qu'à l'état de larves, et comme ces larves appartiennent aux espèces les plus petites et par conséquent les moins connues, nous n'avons pu arriver qu'à des approximations dans leur détermination. La plupart de ces larves ou des Insectes parfaits appartiennent aux groupes si nombreux dont les diverses espèces se nourrissent de champignons, de moisissures et d'autres Cryptogames, afin d'en hâter la décomposition. On a trouvé parmi ceux-ci une ou deux espèces carnassières venues là pour leur donner la chasse et s'en nourrir. Voici la liste de ces Insectes :

» 1°. Un petit Coléoptère brachélytre à l'état parfait, très-voisin du genre *Calodera* des auteurs.

» 2°. Une larve de Brachélytre, peut-être de l'espèce précédente.

» 3°. Une autre larve de Coléoptère appartenant probablement à ce nombreux groupe de Fongicoles qui contient les plus petites espèces de ce groupe naturel.

» 4°. Un Coléoptère à l'état parfait, appartenant au genre *Trichopteryx*, lequel contient les plus petits insectes connus. Celui-ci est le *Trichopteryx rugulosa*; il a à peine $\frac{6}{10}$ de millimètre de long. Nous avons disséqué sa bouche et représenté toutes ses parties.

» 5°. Une larve de Taupin découverte par M. Royer, inspecteur de l'agriculture, près de Metz. Cette larve perfore les pommes de terre malades et saines, et devient très-nuisible aux récoltes. On sait, du reste, qu'en Angleterre, les agriculteurs ont signalé la larve du Taupin des céréales comme nuisant aussi beaucoup aux navets, aux carottes, aux pommes de terre, aux choux, aux salades, etc., etc., et, dans les jardins fleuristes, aux iridées, lobelliées, œillets, etc. Elles pénètrent quelquefois en grand nombre dans ces diverses racines et dévorent tout leur intérieur. Un horticulteur, M. Hogg, a fait connaître le moyen qu'il emploie pour en préserver ses fleurs. Ayant remarqué que ces larves sont plus friandes de laitues, il répand sur le sol des tranches de la tige de cette plante, pour y attirer les vers, qui ne manquent pas de s'y rendre la nuit, et il n'a plus qu'à secouer ces fragments sur une toile pour en faire tomber les larves, qu'il détruit ainsi avec facilité. On a remarqué que les faisans les recherchent avec avidité et que l'estomac de plusieurs de ces oiseaux en était rempli.

» 6°. Un petit Diptère à l'état parfait, appartenant aux derniers groupes de Muscides, formant une espèce nouvelle que nous avons dédiée à M. Payen. La *Limosina Payenii* est à peine longue de 2 $\frac{3}{4}$ millimètres, noire, avec les parties membraneuses de l'abdomen, les hanches et les tarses jaunâtres, et les ailes transparentes.

» 7°. Une larve de Muscide qui pourrait bien être celle de la *Limosina Payenii*.

» 8°. Une autre larve de Muscide, beaucoup plus grande, qui doit donner une espèce différente.

» 9°. Une troisième larve de Diptère, qui semble être le jeune âge d'une larve de Tipulaire.

» Les *Helminthes* trouvés dans les pommes de terre malades appartiennent à une nouvelle espèce de Rhabditis, genre qui comprend les vibrions du blé, de la colle et du vinaigre. Cette espèce se distingue par plusieurs

caractères faciles à saisir et que nous avons exposés avec détail; nous lui avons donné le nom de *Rhabditis feculorum*.

» Ce travail est accompagné de nombreuses figures dont la plupart ont été dessinées par M. Rayer. »

M. **Broc** commence la lecture d'un Mémoire *sur la ligne droite*.

(Commissaires, MM. Biot, Poinsot, Libri.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MINÉRALOGIE. — *Études sur quelques gîtes métallifères découverts en Algérie; par* M. A. **Burat**. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Alex. Brongniart, Beudant, Élie de Beaumont, Dufrénoy.)

« Les gîtes métallifères découverts jusqu'à présent en Algérie forment trois catégories : d'abord, ceux des environs de Tenès, qui consistent en filons de fer spathique, dont quelques-uns contiennent de la pyrite cuivreuse; en second lieu, le territoire des Mouzaïas, situé sur les pentes méridionales de l'Atlas, où se trouvent des filons de baryte sulfatée et de fer spathique, contenant des cuivres gris. Les terrains dans lesquels se trouvent les filons de ces deux localités appartiennent à la partie supérieure du système crétacé. On trouve, en outre, divers gîtes et surtout des oxydes de fer, dans les terrains de transition qui existent sur le littoral, et constituent une partie du sahel algérien et des environs de Bône et Philippeville. Quant aux autres mines, qu'on sait exister dans l'Ouarenseris, ou au sud de Constantine, on ne les connaît guère que par les renseignements fournis par des Arabes, ou par l'alquifoux qui en provient et se vend sur divers marchés.

» Les terrains des environs de Tenès se composent de trois formations distinctes : la plus inférieure est une formation exclusivement calcaire qui forme le massif du cap Tenès, lequel s'élève d'un seul jet à plus de 600 mètres de hauteur. Les calcaires compactes, blancs et jaunâtres qui composent ce massif, rappellent, par tous les détails de leurs caractères, ceux de la formation néocomienne des montagnes de la Provence. Au-dessus se trouvent des alternances discordantes de roches arénacées, de schistes et de calcaires gris très-coquillers, qui forment les montagnes des Gorges, traversées par la nouvelle route d'Orléansville. Ces alternances représentent le système

nummulitique, c'est l'équivalent de l'albérèse des Italiens. Enfin, les parties superficielles les moins accidentées sont composées de grès gris-bleuâtres et solides, qui, par leur position géologique et leur facies minéralogique, s'assimilent aux macignos de l'Italie septentrionale, et sont surmontés d'argiles grises, schisteuses ou polyédriques, dont le grand développement est un des caractères spéciaux de la formation en Algérie.

» Les filons des environs de Tenès se trouvent dans cette formation des grès macignos et des argiles supérieures. Ils sont réguliers, à structure rubanée, d'une puissance moyenne de $0^{m},50$ à $1^{m},30$, et presque entièrement composés de fer spathique, le minerai de cuivre pyriteux n'étant qu'une annexe accidentelle. L'allure de ces filons ferrifères est très-remarquable. Les principaux sillonnent verticalement le terrain stratifié, en suivant une direction nord-sud; mais dans beaucoup de cas, ils jettent à droite et à gauche des ramifications, qui suivent une direction oblique et souvent même perpendiculaire, et qui, s'engageant dans les plans de la stratification, semblent alors de petites couches intercalées; mais on voit en même temps que ces petites couches sont réunies entre elles par des veines qui coupent le terrain, et croisent les premières en formant ainsi des réseaux plus ou moins étendus. Il résulte de ces croisements une disposition *réticulée,* qui donnent à certains gîtes une apparence tout à fait nouvelle dans l'histoire des gîtes métallifères.

» Ces gîtes en veines réticulées existent surtout dans les parties argileuses et très-fissurées du terrain, et généralement on trouve les filons d'autant plus divisés et ramifiés, que le sol est moins solide. Dans les grès compactes, les filons sont toujours rassemblés et très-réguliers. C'est un nouvel exemple à ajouter à tous ceux qui démontrent déjà à quel point les filons-fentes sont subordonnés, quant à leurs formes et à leur structure, à la nature du sol encaissant.

» Si l'on étudie la structure intérieure des filons bien caractérisés qui traversent les roches solides, on y reconnaît, malgré l'homogénéité du fer spathique qui les remplit, des divisions très-nettes en zones rubanées, parallèles au toit et au mur. Ces zones sont déterminées par le système général des fissures, et par les mélanges de débris des roches encaissantes ou de la pyrite cuivreuse. Les fissures de séparation présentent très-souvent des stries et des miroirs, non-seulement dans les parties qui forment les épontes, mais dans la masse même des filons; ces stries sont même quelquefois tellement prononcées, que leurs cannelures parallèles présentent sur beaucoup de

fragments l'apparence de certaines impressions de calamites dans les terrains houillers. Il y a donc eu des mouvements du sol postérieurs à la formation d'une partie de ces filons, et, comme dans plusieurs exemples que nous fournit la géologie de la Saxe, production de filons nouveaux dans des filons déjà remplis.

» Tous les affleurements élevés qui se montrent sur les plateaux, entre la ville de Tenès et le cap, sont stériles en pyrite cuivreuse, et ce minerai ne se montre que dans les parties inférieures dénudées par les cours d'eau; il est donc probable qu'il existe pour le minerai de cuivre une loi d'enrichissement en profondeur, et qu'il se trouvera en plus grande quantité dans les zones des filons inférieures au thalweg des vallées de l'Oued-bou-Soussa et de l'Oued-Allala. Il est également probable que cette tendance des filons à se diviser dans le terrain encaissant diminuera lorsqu'on aura atteint une profondeur un peu considérable, de sorte que les gîtes se présenteraient à la fois plus rassemblés et plus riches en profondeur.

» Les filons des Mouzaïas se trouvent dans un terrain analogue à celui des environs de Tenès.

» Ainsi, parmi les couches calcaires et schisteuses qui affleurent sur le revers septentrional de l'Atlas, et que l'on passe en revue en montant au col de Mouzaïa, on trouve des poudingues et brèches jaunâtres qui contiennent en abondance des grandes Huîtres et des Spondyles. Ces brèches ont beaucoup d'analogie avec les brèches des Corbières, qui contiennent, notamment aux environs de Durban, des Huîtres, des Spondyles et des Rudistes. Cet ensemble de couches appartiendrait donc au système nummulitique, et sur les pentes méridionales, le grès et les argiles grises qui remplissent le bassin compris entre l'Atlas et le Djebel-Nador seraient les équivalents des grès macignos et des argiles des environs de Tenès. C'est encore dans ce terrain argileux que se trouvent les filons métallifères.

» Ces filons, composés de baryte sulfatée et de fer spathique, roches dures et cohérentes, ont résisté aux érosions qui ravinent incessamment les argiles; ils ont ainsi formé des murailles saillantes de plusieurs mètres, lignes d'affleurement qui sont peut-être le plus bel exemple géologique que l'on puisse citer de ce phénomène. Les filons sillonnent trois contreforts successifs qui se détachent de l'axe culminant de la chaîne, de manière à former trois groupes qui sont, à partir de l'ouest, 1° le groupe des filons d'Aumale et de Montpensier; 2° le groupe des filons d'Isly; 3° celui des filons des Oliviers.

» Le fer spathique de ces filons est souvent pénétré de cuivre gris qui semble, au contraire, avoir une répulsion marquée pour la baryte sulfatée. Ainsi la présence isolée de cette dernière gangue annonce toujours l'appauvrissement des filons. Le cuivre gris est d'ailleurs disséminé dans le fer spathique avec une grande irrégularité; quelquefois il occupe une partie notable de la puissance des filons, en formant une ou plusieurs zones continues où il est rassemblé; le plus souvent, il constitue des veines sans continuité, des nœuds et des particules disséminées. Il n'est d'ailleurs associé à aucun autre minerai, et, sous ce rapport, le gîte est le plus classique de tous ceux qui sont connus, car les fahlerz de l'Allemagne et de la Hongrie ne sont ordinairement que des minerais annexes, subordonnés à d'autres. La panabase, ou cuivre gris antimonifère, paraît dominer dans le groupe des Oliviers, et la tennantite dans le groupe d'Aumale; on trouve les deux espèces à l'état cristallin. Le groupe des filons des Oliviers est le plus puissant de tous; c'est un de ces faisceaux complexes qui se rapportent à un même axe, mais ne peuvent être décomposés en filons distincts, faisceaux que les Allemands appellent *zug*. On peut le supposer formé par trois filons de 1 à 2 mètres de puissance, qui tantôt se divisent et occupent une zone de 20 à 30 mètres de largeur, tantôt se réunissent en un seul filon de 4 à 6 mètres. La baryte sulfatée lamelleuse est la gangue dominante, elle forme une muraille saillante de 2 à 4 mètres, qui commence à la base du versant, et s'élève à plus de 200 mètres de hauteur, sur une longueur d'environ 1 kilomètre.

» L'exploitation a déjà mis en évidence plusieurs faits intéressants, dus aux études de M. Pothier, qui la dirige comme ingénieur. Aux différents niveaux d'exploitation, les parties riches se trouvent dans une même zone verticale, ainsi que les parties pauvres; de telle sorte que les minerais se trouvent ainsi répartis en colonnes verticales, séparées par des colonnes stériles. Les parois stériles sont généralement les moins puissantes; il en résulte qu'elles correspondent, à la surface, à des dépressions des affleurements, de telle sorte qu'on a pu prévoir, dans plusieurs cas, l'appauvrissement des gîtes, comme leur reprise en minerais.

» Dans tous les districts métallifères, les gîtes sont aujourd'hui rattachés à des roches ignées, et pourtant ces roches n'avaient pas encore été signalées dans la composition de l'Atlas. Elles existent cependant, et l'on trouve au pied du mont Mouzaïa, et dans le lit de la Chiffa, des diorites en blocs roulés. Ces diorites, qui doivent se trouver en dykes dont la position n'est pas encore reconnue, sont très-cristallines et contiennent du fer oligiste lamel-

leux. Les roches amphiboliques sont donc, suivant toute probabilité, les roches soulevantes de l'Atlas, et en même temps celles qui sont liées aux filons métallifères qui suivent des directions parallèles au soulèvement, et doivent l'avoir suivi de près.

» Parmi les particularités qui lient les filons des Mouzaïas à ceux des environs de Tenès, et conduisent à les considérer comme appartenant à la même formation métallifère, on doit citer les stries fréquentes non-seulement dans les épontes, mais dans la masse même des filons. Ces stries ont été reconnues même dans de simples fissures non remplies du terrain; beaucoup de blocs roulés de l'Oued-Bouroumi et de la Chiffa en conservent les empreintes, et reproduisent les caractères des roches polies et striées qu'on a si souvent attribués à l'existence de glaciers. Cette assimilation des gîtes de minerai de fer et de cuivre des deux localités de Tenès et des Mouzaïas a une application évidente. Si des gîtes intercalés à une même époque dans des terrains analogues, et distants de plus de 16 myriamètres, appartiennent réellement à la même formation, il est presque certain que cette liaison se trouvera confirmée par l'existence de gîtes intermédiaires. L'étude de cette surface intermédiaire est encore à faire. »

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Note sur les résultats scientifiques d'un voyage dans le royaume de Choa, exécuté en 1842-45; par* M. **Rochet d'Héricourt.**

(Commissaires, MM. Arago, Élie de Beaumont, Isid. Geoffroy, Duperrey, Dufrénoy, Mauvais.)

« Mon second voyage sur les côtes de la mer Rouge, dans le pays des Adels et dans le royaume de Choa, a duré pendant les années 1842, 1843, 1844 et le commencement de 1845. J'ai passé quinze mois dans le royaume de Choa, le plus considérable et le plus puissant des États qui se sont formés des débris de l'ancien empire d'Abyssinie : tantôt résidant dans les deux capitales, Angobar et Angolola, qui sont habitées alternativement par le roi; tantôt accompagnant ce prince dans ses expéditions contre les tribus Gallas sur lesquelles il étend continuellement sa domination au sud-ouest de ses provinces.

» C'est pendant ce voyage que j'ai accompli divers travaux qui peuvent apporter des matériaux utiles à la géographie, à la météorologie, à la géologie et à la botanique des pays que j'ai parcourus.

» J'ai déterminé les hauteurs hypsométriques de plusieurs localités au moyen du baromètre à siphon de Bunten; ces observations, partant du niveau de la mer Rouge, ont porté sur : la rivière de Kilolou, dans le pays d'Adel, dont j'ai pris la hauteur à ses sources, et sur l'Aouache, grand fleuve qui prend sa source dans le sud-ouest du royaume de Choa et va se jeter dans le lac d'Aoussa, au milieu du pays d'Adel; j'en ai mesuré la hauteur au point où les caravanes qui vont au Choa le traversent dans le pays d'Adel, et près de ses sources dans le royaume de Choa. J'ai fait également des observations hypsométriques au pied du grand plateau de l'Abyssinie méridionale, et sur le plateau même à Angobar, à Métatite, qui en est le sommet le plus élevé, et à Angolola; à Métatite, le mercure se soutient à 518 millimètres seulement. Une de mes observations les plus curieuses de cette nature est la mesure de la dépression d'un lac salé dans le pays d'Adel, à quelques lieues de distance de la mer Rouge. L'étude géologique de la région dans laquelle il est situé, porte à croire qu'il formait l'extrémité d'un bras de mer qui s'avançait dans les terres, et a été séparé de la mer par un soulèvement volcanique qui en a obstrué l'entrée; il est entouré de volcans éteints. La dépression du niveau des eaux de ce lac, comparée au niveau de la mer Rouge, est de près de 200 mètres. Une large ceinture de sel cristallisé, et qui supporte le poids des chameaux des caravanes, borde ses rives. Les montagnes dans lesquelles il est enchâssé sont revêtues, jusqu'à une grande hauteur, d'une croûte blanchâtre qui indique son niveau primitif; ce qui montrerait qu'une évaporation lente et continue a contribué à sa dépression.

» J'ai déterminé la latitude des principaux lieux que j'ai traversés, par l'observation des hauteurs méridiennes du soleil.

» J'ai rapporté un grand nombre d'observations horaires faites avec le baromètre et le thermomètre, à l'époque des équinoxes et des solstices, pour correspondre avec celles qui se faisaient dans les différents observatoires météorologiques d'Europe. Ces observations, commencées à Marseille, ont été continuées à Kosséir, Moka et Angolola.

» J'ai observé avec soin les marées sur plusieurs points des côtes de la mer Rouge, depuis Kosséir jusqu'à Moka et à Ambabo, sur l'océan Indien.

» J'ai une série d'observations d'inclinaison de l'aiguille aimantée, depuis Paris jusqu'à l'équateur magnétique.

» C'est à la bienveillante obligeance de M. Arago que je dois le plan de cette série d'observations, qui aura pour résultat de faire connaître mieux la position de l'équateur magnétique. C'est encore à M. Arago que je suis redevable des moyens d'exécution.

» Je joins ici le tableau résumé de mes observations.

Marseille.	63° 5′,0
Malte.	53. 2,4
Alexandrie.	43.35,5
Le Caire.	41.39,0
Dendérah.	35. 8,1
Kosséir.	34.33,1
Djedda.	25.11,7
Moka.	6.25,6
Ambabo.	2.39,8
Gaubâde.	1.18,4
Angolola.	0.28,0
Angobar.	1. 5,9

» J'ai observé la constitution géologique d'une partie des côtes de la mer Rouge, du pays d'Adel et du royaume de Choa, et je rapporte des échantillons de roches appartenant à toutes les localités que j'ai traversées.

» J'ai rapporté : une petite collection de la flore du Choa et du pays d'Adel, composée d'environ quatre-vingt-dix espèces ; différentes céréales, et une variété de coton que je crois inconnue en Europe ; un fœtus de crocodile momifié, à demi enfermé dans sa coque, que je destine, ainsi que les plantes, au Muséum; enfin un squelette de tête d'hippopotame que je me propose de mettre à la disposition de M. Duvernoy pour des recherches anatomiques, et qui sera plus tard déposé dans les galeries du Muséum. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur les horloges, les télégraphes et les lochs électriques; par* M. **Al. Bain**.

(Commissaires, MM. Arago, Becquerel, Regnault.)

Le modèle de la machine qui sert à former les signaux dans le télégraphe électrique de M. Bain est mis sous les yeux de l'Académie : les deux autres appareils, qui n'ont pu être retirés à temps de la Douane, seront présentés dans une prochaine séance.

M. **Sainte-Preuve** soumet au jugement de l'Académie une *Note concernant les causes des explosions des locomotives et les moyens de prévenir ces accidents*.

(Commissaires, MM. Arago, Morin, Séguier.)

M. **Martin** présente une Note sur une *nouvelle espèce de Sangsue*. Il annonce qu'il mettra à la disposition des Commissaires qui seront chargés de l'examen de sa Note, un individu vivant, le seul qui ait été jusqu'à présent soumis à l'observation des naturalistes. Cet individu est destiné à faire partie de la collection du Muséum.

(Commissaires, MM. Magendie, Rayer, Valenciennes.)

M. **Allier** prie l'Académie de faire examiner par une Commission un *appareil* qu'il a imaginé pour *arrêter*, au besoin, *les locomotives et autres véhicules en mouvement*.

(Commission des chemins de fer.)

M. **Vanni** écrit qu'il connaît un moyen de solidifier le mercure sans abaissement de température et sans altérer sa pureté.

(Commissaires, MM. Dumas, Payen, Regnault.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Marine** demande à l'Académie des Instructions pour un *voyage d'exploration dans l'intérieur de l'Afrique*, qui va être fait par ordre du Gouvernement sous la direction de M. *Raffenel*, officier d'administration de la marine, employé au Sénégal.

Une Commission composée de MM. Arago, Cordier, Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, Gaudichaud et Duperrey, est chargée de rédiger les instructions demandées par M. le Ministre.

M. **Arago** présente un ouvrage de M. **Delorme-Duquesney** concernant le *tir des armes à feu*, indique en peu de mots le plan de ce livre et fait quelques remarques sur le désaccord que signale l'auteur entre les résultats pratiques et les indications données par les théories de la Balistique.

M. **Arago** présente un numéro d'un journal de Sidney qui contient le tableau des *observations météorologiques faites à Port-Jackson*, Nouvelle-Galles du Sud, pendant une année (du mois d'avril 1844 au mois de mars 1845). Ce numéro du journal de Sidney a été adressé à M. Arago par M. **Joubert**.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Voyage au puits foré de Mondorf; par* M. WELTER. (Communiqué par M. *Arago*.)

« L'ingénieur, M. Kind, nous attendait; la sonde était hors du puits; tout était préparé pour y faire descendre des thermomètres à déversoir et connaître la température du fond, qui dans ce moment (11 septembre 1845) était à $671^{m},2$ de la surface du terrain.

» Deux thermomètres ont été enfermés dans un cylindre en bois, dans lequel on avait creusé une cavité qu'on a criblée de trous à jour de 2 centimètres de diamètre, et à environ 3 centimètres l'un de l'autre.

» Les thermomètres étaient de l'espèce ordinaire, mais l'extrémité du tube était ouverte et en communication avec la pression extérieure du milieu. L'ouverture était simplement couverte d'un petit bouchon de liége posé à plat et maintenu avec un faible ressort à boudin, dont la pression permettait le débordement du mercure et empêchait le séjour sur l'orifice des petits globules de mercure que le refroidissement aurait pu faire rentrer dans le tube, et causer une erreur.

» L'un des deux thermomètres était libre et exposé à toute la pression de la colonne d'eau. Comme la pression était la même en dehors et en dedans, elle ne pouvait qu'augmenter la densité du mercure et celle du verre d'une quantité insensible.

» L'autre thermomètre était enfermé dans un tube de verre de $0^{m},0178$ de diamètre, et fermé à la lampe. Nous n'étions pas sans crainte de retirer le tube écrasé par la pression. On s'est assuré qu'en plongeant le tube dans l'eau pour en prendre la température, le thermomètre était stationnaire après moins de 5 minutes.

» Il a fallu 11 minutes pour faire descendre la boîte jusqu'au fond; elle y a séjourné $1^{h}4^{m}$. On a employé 16 minutes pour la retirer. Les deux thermomètres étaient entiers, sains et saufs.

» On les a plongés dans l'eau qu'on a chauffée lentement. Le mercure a atteint le bouchon de liége au même instant dans les deux thermomètres. La température de l'eau, mesurée avec un bon thermomètre, était de 34 degrés centigrades.

» L'eau d'un puits de l'auberge du village était à la température de $11^{o},5$ centigrades; la profondeur de la source pouvait être de 5 mètres. Si l'on admet qu'à partir de ce point la température de la terre augmente uniformément en descendant, l'augmentation sera de 1 degré par $\frac{671-5}{34-11,5} = 29^{o},6$.

» L'entrée du puits a $0^m,3$ de diamètre, le fond $0^m,18$. Il ne faut pas moins de trois heures pour retirer la sonde. »

CHIMIE MÉTALLURGIQUE — *Note sur quelques résultats de l'emploi des gaz des hauts fourneaux, aux forges de Berg, duché de Luxembourg et de Sclessin, près Liége; par* M. **Barruel.**

Forges de Berg.

« Les gaz sont employés au puddlage de la fonte sans finerie préalable. La nature de ces gaz doit varier beaucoup si l'on en juge par les caractères divers qu'ils présentent pendant les opérations. En effet, dans certains moments la flamme devient d'un blanc tellement éclatant, que l'œil ne peut la supporter, ce qui peut faire supposer que les gaz contiennent alors de l'hydrogène dans un état de combinaison quelconque. La température s'élève dans ce cas si considérablement, que les ouvriers doivent ouvrir toutes les portes de travail, sans quoi, disent-ils, le four fondrait en peu de temps. L'opération se fait, dans ces circonstances, beaucoup plus rapidement, et le fer obtenu est en même temps de meilleure qualité qu'en l'absence de ce phénomène.

Il se forme très-vite, autour de la prise de gaz au gueulard, un dépôt très-solide, assez dur, gris jaunâtre, un peu rubané, contenant :

Oxyde de zinc.	91,85
Peroxyde de fer.	2,64
Oxyde de plomb.	6,11

» Dans toutes les parties des conduits qui amènent les gaz, il se dépose des cadmies très-ténues, légères, qui ont une composition semblable.

» Depuis l'emploi de ces gaz au puddlage, il se présente dans cette usine, pendant le cinglage de la loupe, un accident qui n'y avait jamais été aperçu quand on puddlait au moyen d'un foyer alimenté par la houille, bien qu'on employât dans le haut fourneau les mêmes minerais et le même combustible.

» Souvent, pendant cette opération, la loupe montre des soufflures, puis le coup de martinet en fait jaillir des noyaux ayant quelquefois la grosseur d'un biscaïen; ils sont durs, à cassure lamellaire, cristalline, éclatante : ils sont composés de

Fer.	95,00
Zinc.	3,65
Silicium et carbone. . .	1,35

» Lorsqu'on étire ces loupes en barres, ces dernières, carrées et cependant d'une belle apparence, se séparent en deux barres plates, sur une longueur plus ou moins grande : les surfaces de séparation sont noires et ternes ; le fer est cependant d'une très-bonne qualité et supérieure même à celle que l'on obtenait par le puddlage à la houille.

Forges de Sclessin.

» Les gaz des quatre hauts fourneaux y sont employés à chauffer les chaudières de huit machines soufflantes; ils laissent déposer, à la prise de gaz, dans toute la longueur des conduites et jusque sur les parois des chaudières, des cadmies de composition différente. Celles qui avoisinent la prise de gaz avaient été malheureusement exposées à l'humidité, qu'elles avaient absorbée en assez grande quantité : elles dégageaient une forte odeur ammoniacale ; par l'analyse, elles donnent

Matières solubles. . . .	43,68
Matières insolubles. . . .	56,32

» Les matières solubles avaient été probablement, soit un mélange de cyanure de potassium et de potasse carbonatée, soit même seulement du cyanure de potassium; mais, par suite de l'altération due à l'eau absorbée, elles contenaient

Cyanure de potassium. . . .	69
Carbonate de potasse. . . .	27
Carbonate d'ammoniaque. .	4

» Les matières insolubles, comme les cadmies déposées ailleurs qu'à la prise de gaz, contenaient, en moyenne,

Oxyde de zinc . . .	79
Peroxyde de fer. . .	7
Oxyde de plomb. . .	14

» La quantité de cadmies entraînées, en outre, dans l'atmosphère est si considérable, que les habitants du voisinage en sont plus incommodés que ceux des environs des exploitations de zinc de la Vieille-Montagne et des environs d'Huy, et réclament maintenant pour faire cesser ce genre de travail. »

CHIMIE. — *Nouveau procédé eudiométrique pour estimer en volume le rapport des éléments de l'air atmosphérique; par* M. LASSAIGNE.

« Depuis la découverte de la composition de l'air, plusieurs moyens ont été employés par les chimistes pour déterminer le rapport en volume des principes constituants de ce fluide élastique. Ces procédés, généralement mis en pratique dans les laboratoires, sont tous fondés sur l'absorption de l'oxygène par plusieurs corps simples ou composés, soit à la température ordinaire, soit en provoquant la réaction par le calorique ou l'électricité. C'est ainsi qu'on a mis en usage autrefois le solutum de sulfure de potasse, et que, dans la suite, ont été employés le phosphore, l'hydrogène, le deutoxyde d'azote, et, comme on l'a indiqué dans ces dernières années, le protosulfate de fer décomposé par la potasse.

» MM. Dumas et Boussingault, en soumettant l'air à l'action du cuivre divisé et chauffé au rouge obscur, ont apporté, en dernier lieu, une modification importante qui permet d'estimer en poids l'oxygène et l'azote qui existent dans l'air, au lieu d'apprécier le volume de chacun de ces gaz, comme on le faisait par les anciens procédés eudiométriques.

» En expérimentant, dans ces derniers temps, avec le protosulfate de fer, conseillé par M. Dupasquier, et répétant le procédé qu'il a indiqué et publié, nous avons été amené à mettre en pratique une réaction qui est bien connue des chimistes, mais qui n'avait pas été appliquée, que nous sachions, à l'analyse de l'air.

» Ce moyen est fondé sur la facilité avec laquelle le cuivre métallique, divisé en copeaux, s'oxyde au contact de l'air en présence de l'ammoniaque liquide, et sur la formation d'un ammoniure bleu de deutoxyde de cuivre.

» Plusieurs expériences successives nous ayant fait connaître que cette réaction s'opérant dans un volume limité d'air, déterminait en un temps assez court l'absorption totale de l'oxygène qui y était contenu en laissant l'azote libre, nous avons pensé à faire de suite une application de cette propriété à l'analyse de l'air, et le résultat a été tel que nous l'avions présumé.

» L'application de ce nouveau moyen est fort simple; il n'exige l'emploi d'aucun appareil particulier. Un tube gradué ordinaire, de 14 à 15 centimètres de longueur sur 12 millimètres de diamètre, et un petit flacon bouché à l'émeri, de 30 à 35 centimètres cubes de capacité, sont les seuls vases nécessaires.

» Le procédé consiste à introduire dans le petit flacon 3 à 4 grammes de

tournure de cuivre rouge, à verser ensuite de l'eau distillée jusqu'à moitié du flacon, puis à le remplir avec un solutum concentré d'ammoniaque. Ce flacon, ainsi rempli exactement, est bouché avec son bouchon de verre, et renversé dans la cuve à eau, en prenant la précaution que la tournure de cuivre ne vienne pas se déposer sur l'orifice du flacon. Cette première disposition étant prise, on mesure, dans le tube gradué rempli d'eau, un volume d'air, et, à l'aide d'un petit entonnoir de verre, on le fait passer dans le flacon qu'on a débouché sous l'eau. Cette manœuvre étant accomplie, on bouche aussitôt le flacon, et on le retire de la cuve pneumatique pour l'agiter sans cesse pendant huit à dix minutes. En moins d'une ou deux minutes on voit l'ammoniaque prendre une teinte bleuâtre, qui se fonce de plus en plus par suite de l'ammoniure de deutoxyde de cuivre formé. Cette teinte bleue arrive bientôt à son maximum d'intensité en opérant sur 15 à 20 centimètres cubes d'air; alors elle s'affaiblit peu à peu lorsque tout l'oxygène du volume d'air sur lequel on opère a été absorbé; cette décoloration successive, qui devient un indice de la fin de l'opération, est due à la réaction du cuivre en excès sur l'ammoniure de deutoxyde qui se transforme en ammoniure de protoxyde incolore.

» Lorsqu'on est arrivé à ce point de l'expérience, on fait passer le résidu gazeux dans le tube gradué pour le mesurer, en prenant les précautions indispensables dans ces sortes d'opérations. Dans les diverses expériences que nous avons faites en employant ce moyen que nous soumettons au contrôle des chimistes, le résidu gazeux, après l'action du cuivre et de l'ammoniaque, ne renfermait plus du tout d'oxygène; car le phosphore qu'on y introduisait pour le rechercher ne présentait ni phosphorescence dans l'obscurité, ni ne produisait aucune diminution de volume.

» Le volume du gaz azote, déterminé par ce procédé, a toujours été de deux à trois dixièmes de degré plus grand que celui obtenu par l'action du phosphore sur l'air. Le rapport a été :: 79 : 79,22. Ce dernier nombre, déduit de notre expérience, se rapprocherait beaucoup de 79,17, que MM. Dumas et Boussingault ont déduit de l'analyse de l'air par la méthode des pesées.

» Dans l'analyse d'un mélange artificiel, composé de 41,5 d'air et 57,5 de gaz azote, mélange dans lequel la proportion d'azote s'élevait, par conséquent, à 90,2, le nouveau moyen a indiqué 90 de gaz azote.

» La simplicité de cette opération, et la promptitude avec laquelle s'effectue ce procédé, permettront sans doute de le mettre en pratique dans diverses circonstances. »

PHYSIQUE. — *Note sur un nouvel appareil électro-magnétique; par* M. **Dujardin**, de Lille.

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie la description d'une nouvelle machine magnéto-électrique, qui se compose d'un aimant en forme de fer à cheval, de deux bobines sur lesquelles est enroulé un long fil de cuivre isolé, et d'un parallélipipède de fer doux. Les branches de l'aimant, qui est horizontal, sont logées dans les bobines qu'elles débordent un peu. Le parallélipipède de fer doux, fixé perpendiculairement sur un axe de rotation, tourne vis-à-vis les extrémités des branches de l'aimant dont il s'approche et s'éloigne alternativement. Ces rapprochements et ces éloignements alternatifs déterminent, dans la distribution du magnétisme de l'aimant, des perturbations qui donnent naissance à des courants d'induction très-énergiques dans le fil de cuivre des bobines. Lorsque le fer doux s'approche de l'aimant, le magnétisme de l'aimant, attiré en grande partie dans le voisinage du fer, se dissimule, et il y a production d'un courant, comme si l'on retirait l'aimant de l'intérieur des bobines. Au contraire, lorsque le fer doux s'éloigne de l'aimant, le magnétisme de l'aimant reprend son équilibre ordinaire, et il y a production d'un courant en sens inverse du premier, comme si l'on introduisait l'aimant dans l'intérieur des bobines. Une virole en laiton, percée de deux fenêtres et fixée sur l'axe de rotation, permet d'obtenir une série de courants d'induction, tous dirigés dans le même sens.

» La première machine d'essai du système qui vient d'être décrit donne des commotions qu'on ne peut pas supporter lors même qu'on tient les cylindres à commotions avec les mains sèches. »

GALVANOPLASTIE. — *Note de* M. **Peligot** *sur un procédé de* M. **Theyer**, de Vienne, *pour reproduire les dessins au moyen du procédé galvanique.*

« On fait un dessin au lavis, à la plume ou au crayon, sur du papier ordinaire, mais avec une encre ou un crayon d'une composition particulière.

» Ce dessin est transporté sur une planche de cuivre qui est reproduite elle-même par le procédé galvanique.

» Avec la nouvelle planche, on peut tirer au delà de 500 exemplaires du dessin.

» Le procédé de M. Theyer diffère de celui de M. Kobell, de Munich, en ce que ce dernier fait dessiner l'artiste sur une planche de cuivre, tandis que M. Theyer reproduit avec la plus entière fidélité les dessins qui ont été faits sur papier. »

Plusieurs belles épreuves obtenues par ce procédé sont jointes à cette Note et mises sous les yeux de l'Académie.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Nouvelles recherches concernant le mouvement des corps.* (Lettre de M. **Laurent**, capitaine du génie, à M. *Arago*.)

(Commission précédemment nommée.)

M. **Delavaux** annonce la perte que vient de faire l'Académie dans la personne de M. *Warden*, un de ses correspondants pour la Section de Géographie et de Navigation.

M. le **Président**, à cette occasion, fait remarquer que l'Académie a perdu récemment un autre correspondant dont le décès ne lui a pas été officiellement annoncé, M. *Hubert*, correspondant de la Section de Mécanique.

M. A. **Acosta** écrit que de nouveaux ordres du gouvernement bolivien dirigent, vers l'exploration de la rivière de la Plata, l'expédition qui avait été chargée d'étudier la navigation de l'Amazone; il croit devoir porter à la connaissance de la Commission chargée de préparer des instructions pour le voyage, ce changement de plan qui ne lui paraît pas, d'ailleurs, de nature à exiger de modifications dans les instructions demandées.

M. **Fraysse** adresse le tableau des *observations météorologiques* qu'il a faites à Privas pendant le mois de septembre 1845.

M. **Collas**, auteur d'un *appareil destiné à réduire la sculpture*, prie l'Académie de hâter le travail de la Commission chargée de porter un jugement sur cet appareil.

M. **Coulier** écrit qu'il a vu tomber le 9 de ce mois, à Villeneuve-Saint-Georges (Seine-et-Oise), une *grêle à grains très-petits*.

M. **Chatenay** propose un mode de cuisson qui, suivant lui, permet d'employer sans inconvénient, à la nourriture des hommes, les *pommes de terre malades*.

L'Académie accepte le dépôt de deux *paquets cachetés* présentés, l'un par M. **Bayard**, l'autre par M. **Lecoq**.

La séance est levée à 5 heures et un quart. A.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 2e semestre 1845; n° 14; in-4°.

Annales maritimes et coloniales; par MM. BAJOT *et* POIRÉE; septembre 1845; in-8°.

Annuaire des Marées des côtes de France pour l'an 1846, *publié au Dépôt de la Marine, sous le ministère du vice-amiral* baron DE MACKAU; *par* M. A.-M.-R. CHAZALON, ancien élève de l'École Polytechnique, ingénieur-hydrographe de la Marine; in-18.

Du Tir des armes à feu, et principalement du tir du Fusil; par M. DELORME DU QUESNEY; 1845; brochure in-8°.

Société royale d'Horticulture de Paris. — Compte rendu des travaux de la Société, depuis l'exposition de 1844; *par* M. BAILLY DE MERLIEUX. Paris, 1845; in-8°.

Types de chaque Famille et des principaux genres des Plantes croissant spontanément en France; par M. PLÉE; 22e livraison; in-4°.

Génie chiffrologique — Notice adressée à MM. les Membres de l'Institut; par M. DU BLAR; 1845; $\frac{1}{4}$ de feuille in-8°.

Revue zoologique; par M. GUÉRIN-MÉNEVILLE; 1845; n° 9.

Journal de Pharmacie et de Chimie; octobre 1845; in-8°.

Journal de la Société de Médecine pratique de Montpellier; octobre 1845; in-8°.

Journal de Médecine; par M. TROUSSEAU; octobre 1845; in-8°.

Abhandlungen... *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de Berlin, pour l'année* 1843; 1845; 1 vol. in-4°.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université et de la Société royale des Sciences de Gottingue;* n° 3; in-12.

Tijdschrift... *Journal d'Histoire naturelle et de Physiologie; publié par* MM. VANDER HOEVEN *et* DE VRIESE; 12 vol.; 2e livraison; in-8°.

Opuscoli... *Opuscules sur le Chlore; discussion de la question s'il faut le regarder comme un corps simple ou composé; par* M. A. LONGO. Catane, 1845; in-8°.

Osservazioni... *Remarques adressées à* M. LECOQ *et à* M. POUILLET; *par* le même; in-8°.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; n° 14; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 117 à 119, in-fol.

Écho du monde savant, n° 27.